Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Sello Editorial

MEMORIAS: EXPOTECH 2021 Ciencia, Ingeniería y Sociedad "*Innovación Tecnológica para la Competitividad y Productividad*"

Compiladores:

Laura María Reyes Méndez
Paula Andrea Méndez Morales

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)

Jaime Alberto Leal Afanador
Rector

Constanza Abadía García
Vicerrectora Académica y de Investigación

Leonardo Emilio Yunda Perlaza
Vicerrector de Medios y Mediaciones Pedagógicas

Edgar Guillermo Rodríguez Díaz
Vicerrector de Servicios a Aspirantes, Estudiantes y Egresados

Julialba Ángel Osorio
Vicerrectora de Inclusión Social para el Desarrollo Regional y la Proyección Comunitaria

Leonardo Evemeleth Sánchez Torres
Vicerrector de Relaciones Intersistémicas e Internacionales

Myriam Leonor Torres Pérez
Decana Escuela de Ciencias de la Salud

Clara Esperanza Pedraza Goyeneche
Decana Escuela de Ciencias de la Educación

Alba Luz Serrano Rubiano
Decana Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas

Martha Viviana Vargas Galindo
Decana Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades

Claudio Camilo González Clavijo
Decano Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Jordano Salamanca Bastidas
Decano Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Sandra Rocío Mondragón Arévalo
Decana Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

MEMORIAS: EXPOTECH 2021 Ciencia, Ingeniería y Sociedad "*Innovación Tecnológica para la Competitividad y Productividad*"

Compiladores: Laura María Reyes Méndez, Paula Andrea Méndez Morales

Comité Científico: Laura María Reyes Méndez, Paula Andrea Méndez Morales, Magda Piedad Valdés Restrepo, Eduart Andrés Gutiérrez Pineda, Juan Camilo Mendoza Combat, Andrea Vásquez García, Liliana Londoño, Ronald Joanny Rojas Alvarado, Vanessa Pertuz, Sandra Marcela Bustacara, Marha Catalina Ospina, Eduar Toro, Juan Carlos Vesga Ferreira, Mónica Andrea Rico Martínez, Jesús David González Llorente, Andrés Quintero Zea, Gerardo de Jesús Becerra Becerra, Sixto Enrique Campaña Bastidas, Gabriel Mauricio Ramírez, Jheimer Julián Sepúlveda, Mirian Benavides, Pilar Alexandra Moreno, Harold Emilio Cabrera, Diana Carolina Herrera, Leonardo Bonilla Ramírez, Rafael Andrés Ramírez Alvarado, Martha Viviana Zuluaga Rojas, Edgar Andrés Villabón Aldana, Ilber Darío Saza

ISSN: 2954-5889 (En línea)

©Editorial
Sello Editorial UNAD
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Calle 14 sur No. 14—23
Bogotá, D.C.

Diciembre 2021

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons — Atribución— No comercial—Sin Derivar 4.0 internacional. https://co.creativecommons.org/?page_id=13.



CONTENIDO

EJE TEMÁTICO 1: Industria 4.0 en las redes de valor

Implementación de un dron para tomas de imágenes multiespectrales, que permiten el diagnóstico de la enfermedad de la gota encultivos de papa en Boyacá

Carlos Eduardo Otero

Dispositivo electrónico basado en IoT para el seguimiento de contagios de SARS-CoV-2

Oscar Camilo Fuentes Amín, Mariano Esteban Romero Torres, Mario Antonio Suarez Pérez

Asistencia Robótica en Cirugía Laparoscópica 4.0

Paola Surichaqui, Rene Aroni, Jason Pari, Hipólito Rodríguez, Mario Arbulú

Prototipo a escala para asignación de puntos de parqueo de aeronaves en las zonas operativas mediante identificación electrónica

Luis Carlos Castiblanco Sanabria, Mónica Andrea Rico-Martínez

Aplicaciones IoT para el Hogar – Desarrollo Acuario IoT

Lucy Amanda Balanta, Miller Duvan Lemus Horta, Sonia Isabel Huérfano Duarte, Sixto Enrique Campaña Bastidas

Modelo de inteligencia artificial como apoyo diagnóstico para la estimación de riesgo cardiovascular en pacientes atendidos bajo la modalidad de telemedicina en una IPS del departamento de Sucre 2021

Luis Alfonso Florez Prias, Fernando Luis Carrascal Porras

Diseño e Implementación de herramienta robótica Inteligente para robots de servicios eindustria 4.0

Mario Ricardo Arbulú Saavedra, Nelson Humberto Zambrano, Manuel Enrique Wagner Mendivelso, Orlando Castrillón García

Análisis de vulnerabilidades en sistemas biométricos dactilares en referencia a los ataques Timing y Hill-Climbing

Carlos Andrés Campos Leguízamo

Implementación de las tecnologías de la información y la comunicación, para la gestión y presentación de los informes del Plan Operativo de la Escuela ECBTI de la UNAD Amazonia Orinoquia, en el periodo 2021-1

Ramiro Hernán Polanco Contreras, Leyder Hernaçán Lopez Diaz, John Alejandro Figueredo Luna

Diseño de las políticas principales para la actuación del centro de respuesta a incidentes informáticos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CSIRT-UNAD

Andrés Vázquez Núñez, Luis Fernando Zambrano Hernandez

Modelado de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) a partir del servicio público de aseo en el municipio de Sogamoso

Ricardo Javier Pineda Melgarejo, Álvaro Javier Rojas Baracaldo, Edward Fernando Toro

Arquitectura software de referencia para la gestión de la información de salud basada en tecnología Blockchain

Edgar Roberto Dulce Villareal, James Hernán Betancourt Romo, Jaime Benavides Castillo, Fredy Alberto Varón Guzmán

Implementación de un sistema de monitoreo basado en IoT para la biofábrica SENA Regional Cauca

Maria Alejandra López Hurtado, Nancy Amparo Guaca Girón, Diana Gutiérrez

Diseño de un nuevo control de seguridad de la información basado en la GTC-ISO-IEC 27002:2015 para los entornos de trabajo remoto emergentes por la COVID-19

German Andrés Gutiérrez Peña

Identificación de la plaga “mosca blanca” en hoja de plátano mediante visión por computador

Viviana Yineth Sierra Guzmán, Paola Andrea Mateus Abaunza, Sandra Milena García Ávila

Instalación y prueba experimental de funcionamiento del laboratorio remoto WP@e-lab

Laura Daniela Neira Quintero, Freddy Torres Payoma

Asignación dinámica de espectro en redes inalámbricas de nueva generación: Una Aproximación al estado del arte

Jorge Edison Mora Arroyo, Héctor Julián Parra Mogollón

Segmentación de la enfermedad Sigatoka Negra en las hojas de plátano usando técnicas de visión artificial

Juan David Betancur Cardona, Paola Andrea Mateus Abaunza, Sandra Milena García Ávila

Laboratorio virtual para el desarrollo de análisis de circuitos resistivos mediante modelamiento geométrico

Néstor Javier Rodríguez García, Iván Camilo Nieto Sánchez, Héctor Raúl Rodríguez Lemus

Desarrollo de sistema robusto de corrección de datos en sistemas de fotopletismografía para programas de tele-rehabilitación cardíaca

Joel carroll Vargas, Maria Consuelo Rodriguez Niño, Alejandro Martínez Ramos

Prototipo de Software de análisis interactivo de redes sociales para la compañía MOVIP SAS

Wilmer Yesid Pachón Molina, Gina Maribel Valenzuela Sabogal

Anotación automática de metabolitos para metabolómica no dirigida basada en LC/MSMS

Romer Alexander Zambrano, Martha Zuluaga

Blueprints como técnica para el diseño de una Unidad Aritmético Lógica – ALU en un entorno virtual

Iván Camilo Nieto Sánchez, Néstor Javier Rodríguez García July Natalia Mora Alfonso, Esteban Chanto Sánchez, José Roberto Santamaría Sandoval

Análisis de datos Climáticos para la toma de decisiones agrícolas

Zalma Valentina Moreno Galeano María Consuelo Rodriguez Niño José Miguel Herrán Suarez, Jesús Olivares

Control de toma de medicamentos en tiempo real mediante el uso de un dispositivo electrónico para pacientes con hipertensión arterial HTA

Harold Emilio Cabrera Meza, James Hernán Betancourth Romo, Jhon Alexander Rosero Lasso

Propuesta de un sistema IoT para monitoreo y control en agricultura inteligente

Omar Trejo, Olmes Zea, Mario Ramos, Cristhian Ortiz

Aprovechamiento de soluciones de software libre en el montaje y puesta en marcha de un centro de respuesta a incidentes informáticos para organizaciones colombianas

Hernando José Peña Hidalgo, Eduard Antonio Mantilla Torres, Luis Fernando Zambrano Hernández, Alejandro Bernal Castiblanco

Uso del Modelo de Holt-Winters como estrategia para la predicción de condiciones ambientales durante el proceso de almacenamiento del Cacao, bajo una arquitectura IoT

Juan Carlos Vesga Ferreira

Diseño y simulación de un sistema IoT destinado a la producción avícola del municipio de Gachetá

Francisco J. Hilarión Novoa, Edgar A. Bojacá Garavito

EJE TEMÁTICO 2: Responsabilidad industrial, social y sustentable

Determinación de métodos de BPM como trabajo de grado en la optimización de la gestión gerencial en telemonitoreo en equipos de ResMed

Sandra Milena Mora, Edward Toro

Colaboración científica para la innovación: un análisis de las empresas manufactureras en Colombia

Vanessa Pertuz, Luis Francisco Miranda

Diseño de aplicativo web para la gestión de la producción del clúster metalmecánico Zona Tundama

Nidia Rincón Parra, Sonia Patricia Garzón Martínez

Esterificación catalítica de ácido levulínico (ALV) a levulinato de etilo (LE) utilizando precursores catalíticos de cobalto y etanol absoluto como reactante y disolvente

Alexandra Montealegre Tovar, Nahury Yamile Castellanos Blanco

Las TIC en la gestión de la cadena naturista en Cundinamarca – Colombia

Alba Ligia López Rodríguez, Alexis Marcela Camacho, Manuel Antonio Sierra Rodríguez, Iván Alejandro Veloza Peñuela

Cadena de suministro para el turismo en el Departamento de Sucre

Ana Castro Vergara, José Ruiz Meza, Jairo Martínez Banda

Diseño del plan de negocio para la Ruta Turística Usme

Cristian Jair Arango Peña

Obtención de nanopartículas de ZnO por el método Pechini para aplicaciones futuras en Celdas Solares

Margoth Lorena Torres Guzmán, Carol Julieth Aguilar

Dimensionamiento y diseño de un sistema solar fotovoltaico Off Grid, para la electrificación de una vivienda unifamiliar y producción piscícola a baja escala en la Zona Rural de Granada – Meta

Julián Andrés Barón G., Ángel Alejandro Rodríguez A.

Percepciones en responsabilidad social y ambiental en profesionales colombianos

Martha Cecilia Vinasco Guzmán, Silvia Alejandra Trujillo Zapata, Catalina Albarracín Bustos, Víctor Fabián Forero Ausique

Selección de modelos de negocio para productos derivados del lactosuero ácido empleando el modelo de negocio Canvas

Golda Meyer Torres Vargas, Edwar Fernando Toro Perea

Evaluación de un aderezo de quinua (*Chenopodium quinoa*. willd) con vegetales como estrategia para fortalecer la agrocadena de quinua en Cundinamarca

Karol Daniela Rojas Triana, Ibeth Rodríguez González

Diseño de prototipos para mitigar el impacto ambiental por explotación minera en Soacha

Brayan Steven Ramirez Cortes, Sandra Marleny Vela Rojas, Paola Catterine Saenz Martinez

Revisión documental sobre el proceso de Gestión de Envíos y los aspectos que fortalecen su cadena de valor en Colombia

Ricardo Andrés Mejía Córdoba

Importancia de la integración de las metodologías TPM y Lean Six Sigma en la mejora continua de los procesos de las PYMES procesadoras de café

Johnny Alexander Sánchez Delgado, Carlos Mario Zapata, Martha Catalina Ospina Hernández

Cogeneración con lactosuero: alternativa a la futura escasez nacional de gas natural

Julián Eduardo Zapata Castillo, Laura Daniela Neira Quintero, Freddy Alexander Torres Payoma, Rafael Andrés Ramírez Alvarado

Acoplamiento de intercambio en imanes permanentes de r–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$/FeCoX conx=Ti, Zr y Ce

Hugo Martínez Sánchez, Juan Sebastián Trujillo Hernández, Ligia Edith Zamora Alfonso, Germán Antonio Pérez Alcázar

Estado del arte de programas de posgrado 2021 en aprovechamiento de recursos agroalimentarios

Beatriz Guevara Guerrero, Magda Valdés Restrepo, Liliana Londoño Hernandez, Leidy Gomez Sampedro, Clara Sánchez Bernal, Claudio González Clavijo

Análisis del efecto de la velocidad especifica de crecimiento en procesos biotecnológicos

Jenniffer Natalia Orozco Caballero, Andrea Vasquez Garcia, Beatriz Guevara Guerreo

Aplicación de empaques biodegradables de mezclas de gelatina-quitosano con adición de compuestos activos para conservación de queso fresco

Diego Armando Ramírez Aguilar, Paula Andrea Méndez Morales, Laura María Reyes Méndez

Plan de mejora una oportunidad para fortalecer condiciones higiénico sanitarias y de inocuidad en la producción de alimentos

Daissy Janeth Toro Ordoñez, Clemencia Alava Viteri

Estrategias de innovación en la creación de nuevos productos a partir de los residuos y subproductos de las industrias alimentarias

Mery Leticia Ramírez Hernández, Mery Leticia Ramírez Hernández, Karla Nathalia Triana Ortiz, Karla Nathalia Triana Ortiz

Síntesis y caracterización de copolímeros de almidón con potencial uso en recubrimientos

Ángela María Méndez, Laura Natalia Martínez, Paula Andrea Méndez, Betty Lucy López

Desempeño empresarial y estatus estratégico de la gestión humana: evidencias desde el contexto colombiano

Jorge A. Vivares, René A. Jiménez, José María Jiménez

Análisis de factibilidad para la transformación de lactosuero en polvo en el Municipio de Belén Boyacá

Heley Estefany Cepeda Fonseca, Golda Meyer Torres Vargas

Actividad espumante y calidad nutricional de hidrolizados de vísceras de vilapia roja (*Orechromis* spp.)

Leidy Johanna Gomez Sampedro, Sindy Johana Escobar Luján, José Edgar Zapata

Potencialidad del uso de la Guadua *Angustifolia Kunth* para el refuerzo en tableros de cemento

Luz Adriana Sánchez Echeverri, Nelson Javier Tovar Perilla, Eshmaiel Ganjian

Estrategia electroquímica para la obtención de materiales tipo grafeno. caracterización morfológica, molecular y eléctroquímica

Romina Viviana Valenti, Eduart Gutiérrez, Claudio A. Gervasi, María José Rodríguez Presa

Metodología para la estandarización de los tiempos de corte en confección. Caso empresa de dotaciones

Ana María Sáenz Díaz, Carol Natalia Sierra Aponte, Luz Adriana Sánchez Echeverri, Nelson Javier Tovar Perilla

Caracterización sensorial de una bebida fermentada innovadora con inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) para fortalecer la agrocadena en Cundinamarca

Daniel Felipe Cañón Rodríguez, Ruth Mary Benavides Guevara, Ibeth Rodríguez Gonzalez

Adopción de tecnología para la producción de hortalizas: Proyecto Campo Gourmet

Bernardo Martínez López, Richard Danilo Peña Cuellar, Ginna Alejandra Ordoñez Narváez

Diseño de un modelo de operaciones por procesos para una eficaz arquitectura de procesos empresarial de una mipyme siderúrgica

Edward Toro, Leonardo Álzate, Luisa Calderón, Ninfa Díaz, Michael Pinto

Observatorio regional de gestión administrativa: Una perspectiva de autoevaluación y planificación usando TI

Javier Medina Cruz, Eliécer Pineda Ballesteros, Freddy Reynaldo Téllez

Estudio de la viabilidad para obtener nuevos nanomateriales a partir de residuos agroindrustriales del maíz morado producidos en el Perú

Evangelina Pasca Supanta, David G. Pacheco Salazar, Eduart Andrés Gutiérrez Pineda

Beneficios nutricionales y funcionales del consumo de lactosuero fermentado con gránulos de kéfir en el organismo

Isseth Tatiana Rodriguez Mendoza, Leidy Johanna Gomez Sampedro

Desarrollo de prototipos de jabonería artesanal, natural y ecológico como experiencia de diseño de procesos y producto

Natalia Molina Arévalo, Lida Margarita Zambrano, Javier Augusto Romero, Diana Katherine Trilleros

EJE TEMÁTICO 3: Tecnologías y herramientas innovadoras en educación

Desarrollo de un prototipo de aplicación con realidad aumentada para el curso de Lógica Matemática de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD Acacias en tiempos de pandemia

Leyder Hernan Lopez Diaz, John Alejandro Figueredo, Alison Camila Serna Baquero, Ángel Felipe Cosme Mahecha

Aproximación a la implementación de Realidad aumentada en la explicación de fenómenos naturales para la Educación Primaria

Sonia Isabel Huérfano Duarte, Diana Marcela Vasquez Bravo

Uso de algoritmo de clasificación en los resultados Saber TyT de 2020-1

Cesar Humberto Parada Vergara, Leyder Hernan Lopez Diaz, John Alejandro Figueredo Luna

Desarrollo de un sistema de información web para la gestión de prácticas profesionales de los estudiantes del programa de Psicología de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Fernando José Diaz Martinez, Erik Barrios Montes, Wilson Arrubla Hoyos, Floralba Ortega Mercado

El aprendizaje activo como proceso de enseñanza-aprendizaje del curso de física general en la UNAD

Diana Lorena Tique Escobar, Yudi Ester Ramírez Calderón

THT para AVA en tiempos de distanciamiento social

Pilar Alexandra Moreno, Juan Monroy

The Automatic Assessment closed test in Latex Code integrated with Excel on Linear Algebra Course in UNAD

Randy Zabaleta Mesino

Estado del arte sobre el diseño y construcción de *app* para la enseñanza-aprendizaje de la estadística descriptiva en la UNAD- Colombia

Celso Javier Rodríguez Pizza, Milton Fernando Ortegón Pava, Diego Alberto Marín Idárraga

Herramientas tecnológicas en la enseñanza del emprendimiento universitario desde un enfoque ágil

Nely Johanna Montes Dias, Karla Natalia Triana Ortiz

Las competencias digitales desde el modelo de las dimensiones: Caso de estudio Colegios Públicos del Municipio de Dosquebradas – Risaralda, Colombia

Wcdaly Cortes Algeciras, Jheimer Julián Sepúlveda López, Frey Ricardo Jaramillo Hernández

Juguetes: memoria de trabajo y desarrollo físico y motriz para niños de 5 a 6 años

Pablo Hernández Hamón, William Cáceres Gómez, Pablo Andrés Puerta Salazar, Camilo Hernández González

Vigilancia Tecnológica para innovación en educación: Implementación, modelos y plataformas

Yarnher Enrique Sánchez, Jheimer Julián Sepúlveda

Implementación del Software libre en las instituciones educativas para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje

Norbey Romero Gonzalez

Deep Learning y cómo direccionarlo en el proceso educativo. Diagnóstico preliminar

Oscar Orlando Ortega Corredor

"UNADbot" asistente virtual para atención de aspirantes y estudiantes de primera matrícula en la UNAD

James Hernán Betancourt Romo, Francisco Nicolás Javier Solarte Solarte

Material didáctico trasmedia para la apropiación de competencias en la gestión integral de desastres naturales en niños de primaria con inclusión de lenguajes de señas

Gloria Alejandra Rubio, Carmen Emilia Rubio, Victoria Eugenia Hernández, Andrea Yaneth González

Implementación del MOOC de Física Experimental ES del WP@e-lab aplicado en estudiantes de grado décimo

Walter Loren García Cruz, Freddy Alexander Torres Payoma

Diseño de una política de uso y apropiación de las TIC para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de clase. "Caso de Estudio: Instituciones

Educativas Oficiales de los municipios no certificados de la Sabana Occidente del Departamento de Cundinamarca.”

Jorge Alberto Matulevich Peláez, Pedro Alberto Arias Quintero, Alfredo Huguett Albino

COLOQUIO POSGRADUAL

Evaluación de la Alcalasa estabilizada en soportes silíceos por el proceso sol-gel, para la obtención de péptidos antioxidantes en tilapia de pescado

Karen Julieth Colmenares Florez, Leidy Johanna Gomez Sampedro, Sindy Johana Escobar Luján

Evaluación de la cinética de fermentación y características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida tipo “masato” empleando levaduras nativas aisladas de residuos agroindustriales

Laura Guarín, Laura María Reyes Méndez

Nueva metodología para el reconocimiento de cambios posturales a través de sensores

Edna Rocio Bernal Monroy, Macarena Espinilla Estévez, Javier Medina Quero

Determinación de los métodos del PMBOK6 para aplicar en el trabajo de grado que se enfoca en el desarrollo de la gestión documental en entidades educativas públicas en Colombia

Alexander Parra Castro, Edward Fernando Toro Perea

EJE TEMÁTICO 1

Industria 4.0 en las redes de valor

Implementación de un dron para tomas de imágenes multiespectrales, que permiten el diagnóstico de la enfermedad de la gota en cultivos de papa en Boyacá.

Carlos Eduardo Otero
Ingeniería Electrónica
UNAD, Colombia
carlos.otero@unad.edu.co

Resumen – El uso de la tecnología en la agricultura, ha tomado gran auge en los últimos años, ya que dicha tecnología apoya al productor a mejorar sus prácticas de siembra, cuidado y recolección de cultivos, este proyecto busca incursionar en este campo, por medio de la construcción de naves no tripuladas tipo cuadricóptero equipado de cámaras especiales, que permiten el sobrevuelo en el cultivo especifico y tomas de imágenes digitales de tipo multiespectral que se pueden procesar, para la detección temprana de enfermedades como la gota en la papa, para que el productor pueda tomar las medidas necesarias para mejorar la salud de su cultivo.

Esta investigación se basó en la comparación de un dron comercial diseñado para la aplicación específica y un prototipo construido desde ceros, para verificar su desempeño y tratar de disminuir su costo para que este al alcance del agricultor.

Palabras clave— Dron, Gota, Imagen, Multiespectral, Papa.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Uno de los cultivos más comunes en el altiplano cundiboyacense es de la papa y muchos de los productores de dicho tubérculo, poseen cultivos de mediana y gran extensión, lo cual en algunos casos, hace dificultosa la revisión del cultivo en busca de enfermedades que afecten la futura cosecha, [1] Una de las enfermedades más comunes y devastadoras es la *Phytophthora infestans* también conocida como Gota o Tizón tardío, una enfermedad que es visible en el follaje (Ver Figura 1) lo cual permite una detección temprana, para que el productor pueda realizar labores de fumigación y evitar así expansión de la enfermedad en todo cultivo.



Figura 1. Planta de papa afectada por gota *(Phytophthora infestans*).

Esta revisión y detección muchas veces es dispendiosa y requiere de varias personas para realizarlo, debido al gran tamaño de algunos cultivos, es acá donde entra [2] la tecnología de agricultura de precisión realizada por drones, para

apoyar este proceso de detección y que el agricultor, se enfoque en mantener su cultivo sano para una óptima producción de este importante alimento en la región, disminuyendo tiempos y costos en el plan de fumigación [3], evitando desperdiciar el insumo en áreas sanas y así optimizarla cantidad aplicada y en consecuencia disminuir los costos en fungicidas [4] y eventualmente la mano de obra en dicho proceso.

Para la detección de esta enfermedad en el follaje, se usa tecnología de visión artificial, por medio de imágenes multiespectrales, estas imágenes se pueden tratar digitalmente y por medio de un software diseñado por el equipo de ingenieros de sistemas, el cual toma la imagen multiespectral tipo NIR (Infrarrojo cercano) para encontrar el [5] Índice de vegetación diferenciado (NDVI) y así detectar las plantas que tengan la enfermedad (Ver figuras 2 y 3). Y por medio de algoritmos de visión artificial realizados en Phiton.

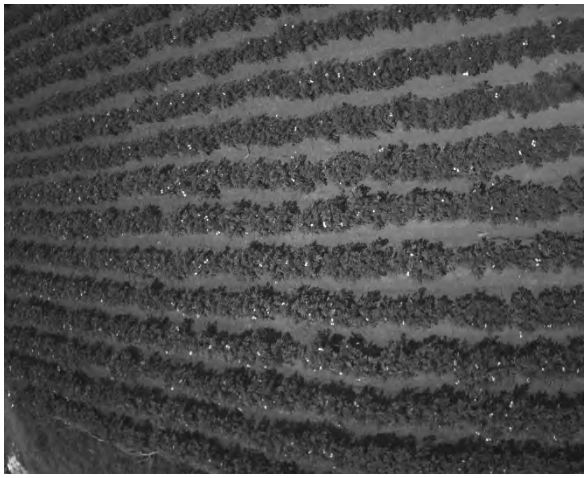


Figura 2. Imagen cultivo de papa

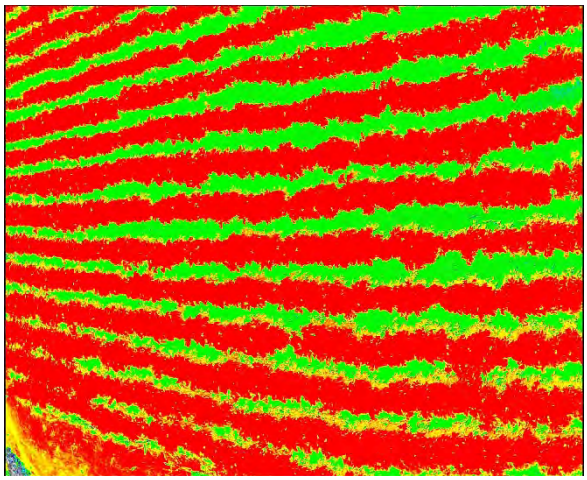


Figura 3. Imagen multiespectral cultivo de papa

Para esta investigación se realizó la adquisición de un dron especialmente diseñado para estas aplicaciones el DJI P4 Multiespectral (Ver figura 4) especialmente equipado con una cámara multiespectral con 6 lentes tipo RGB, NIR, RE, R, G, B, con resolución de 2.8 MPx y una interfaz propia de navegación y adquisición de las imágenes,



Figura 4. Dron P4 Multiespectral- DJI

También se construyó un prototipo dron de bajo costo (ver Figura 5) con el fin de que el usuario o agricultor tuviera acceso a esta tecnología de una forma más económica, permitiendo así que pueda adquirir y operar este dron para su uso cotidiano en el cultivo.



Figura 5. Dron prototipo bajo costo

Este prototipo al ser construido desde cero permite ajustar ciertos parámetros y costos para la aplicación de agricultura de precisión, usando tecnología y software libre como el Mission Planer (ver figura 6) para la realización de la parametrización del plan de vuelo y así ajustarse fácilmente al cultivo, en altura y recorrido, para tener las tomas necesarias y así poder cargar las imagen al algoritmo que va a realizar el análisis para así enviar un registro del estado del cultivo, y poder planificar la fumigación para combatir la enfermedad en los sectores que se necesiten.

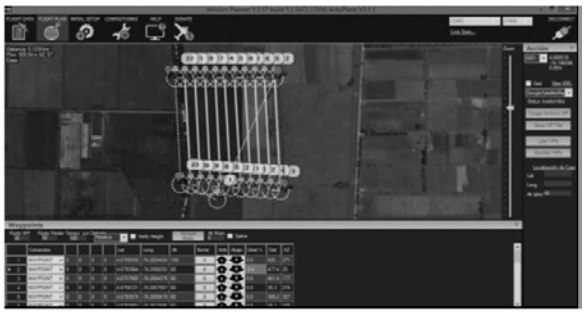


Figura 4. Plan de vuelo sobre el cultivo Software Mission Planer

El cerebro del Dron es el controlador de vuelo, para este prototipo se escogió el APM 2.6 Autopilot el cual maneja programación con código abierto y es calibrado y programado por medio del Mission planer, se enlaza por medio del radio de control que permite maniobrar el Dron de una forma segura, también se tuvo en cuenta la inclusión de un GPS que permite programar la ruta vuelo del dron para abarcar de mejor forma la zona del cultivo y poder realizar ajustes más fácilmente en altura y velocidad de vuelo que permita una mejor calidad de las imágenes que se toman para enviarlas al software de procesamiento de la imagen multiespectrales.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación apuntan a que hoy en día, el agro colombiano cuenta con ayudas de los diferentes entes como [6] CORPOICA para tecnificar este sector, pero esta investigación apunta a que los agricultores independientes puedan tener la oportunidad de acceder a esta tecnología, e inclusive apropiarse de ella para su uso cotidiano ya que en algunas ocasiones y por temas de disponibilidad en las corporaciones ya sea de equipos o de personal, se hace difícil acceder a estas ayudas por parte de los agricultores en los momentos requeridos para este monitoreo de cultivos, esta investigación busca como aporte a la comunidad proporcionar un manual de usuario para el armado y puesta en marcha de un prototipo Dron, que le permita al usuario (agricultor) adquirir los insumos para el armado, programación y puesta en marcha de este dispositivo tecnológico que pueda beneficiar su quehacer en el campo y hacer que este mismo usuario tecnifique su producción, iniciando con estos elementos tecnólogos que ayuden a mejorar su productividad y que este método de detección de la gota en los cultivos de papa usando cámaras RGB o convencionales, proporcione también un aprendizaje para él y sus colaboradores, además de porporcionar una herramienta, que permita impactar positivamente la comunidad agropecuaria de los cultivos de papa en el departamento de Boyacá, para la evolución y tecnificación de este sector tan importante para la seguridad alimentaria de la región.

III. CONCLUSIONES

Este tipo de tecnología representa un gran avance para el apoyo de los agricultores de papa y de sus cultivos en el departamento de Boyacá ya que aunque hay pilotos de tecnificación de estos cultivos, todavía no se había proporcionado un

aporte como lo es, los manuales de armado ensamble y programación de este tipo de dispositivos (drones) para que los mismos agricultores pudieran acceder a esta tecnología con las prestaciones y ventajas que le pueda brindar, para el monitoreo de los cultivos y así realizar sus planes de fumigación basados en la información que les proporciona la herramienta, traduciéndose esto en eficiencia para el manejo del cultivo, [7] en pro de facilitar su labor y mejorar sus productividad, Se pueden construir prototipos más económicos que estén al alcance del agricultor promedio, y con algo de capacitación básica poder armar y operar drones para usarlos en su quehacer diario y así ir tecnificando el agro de nuestra región, para estar a la vanguardia en este tema de agricultura de precisión.

Lo que resta es colocar esta tecnología en manos de algunos agricultores de papa de otras partes del departamento, para que la exploren en sus cultivos y ver la efectividad del proceso, si se acomodan a esta nueva tecnología y si los drones como herramienta, pueden producir un cambio en el mejoramiento de la productividad de dichos cultivos y tal vez en nuestro campo Colombiano, así como proponer que los entes territoriales encargados, puedan ofrecer esta tecnología para beneficio de las comunidades mas vulnerables y que con este apoyo, puedan sacar adelante sus cultivos y contribuir con la seguridad alimentaria de la región.

Así mismo se hace un llamado a investigadores interesados en estas tecnologías, para que continúen mejorando estos ejercicios investigativos, para contribuir con el fortalecimiento del sector productivo agropecuario y fomentar el uso y apropiación de la tecnología en nuestra región.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos al grupo SENOVA del SENA, por permitirnos hacer parte de este proyecto y la consecución de recursos para la adquisición del Dron especializado en toma de imágenes multiespectrales y de los materiales para la construcción y montaje del prototipo como insumo central de esta ponencia.

REFERENCIAS

[1] SilvaB., JaramilloS., y MarínM., «Caracterización genética de aislamientos de <i>Phytophthora infestans</i> en las zonas productoras de papa de los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander (Colombia)», Actual. Biol., vol. 31, n.º 90, pp. 5-20, feb. 2010.

[2] Stehr, N. J. Drones: The Newest Technology for Precision Agriculture. Natural Sciences Education, 44 (1): 89 2015

[3] H. F.-Rivera, E. P. Martínez Lemus, J. Osorio, y E. Martínez, «Respuesta de biosurfactantes producidos por Pseudomonas fluorescens para el control de la gota de la papa Phytophthora infestans (Mont) de Bary, bajo condiciones controlada.», CTA, vol. 11, n.º 1, pp. 21-30, jun. 2010.

[4] BarrigaO, Ciclos de aspersión para el control de la gota de la papa. Agricultura Tropical (Colombia). v.17(10) p. 616-622. 2012

[5] MahajanU. BumdelB. Drones for Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), to Estimate Crop Health for Precision Agriculture: A Cheaper Alternative for Spatial Satellite Sensors. En: International Conference on Innovative Research in Agriculture, Food Science, Forestry, Horticulture, Aquaculture, Animal Sciences, Biodiversity, Ecological Sciences and Climate Change (AFHABEC-2016), At Jawaharlal Nehru University. Pp.38-41. 2016

[6] L. Bonnaire Rivera, B. Montoya Bonilla, y F. Obando-Vidal, «Procesamiento de imágenes multiespectrales captadas con drones para evaluar el índice de vegetación de diferencia normalizada en plantaciones de café variedad Castillo», CTA, vol. 22, n.º 1, abr. 2021.

[7] J. M. Garzón & F. Luque Implementación de drones para incrementar la productividad en el agro colombiano. [online]. Disponible en: http://hdl.handle.net/10726/2302.

1. EXPOTECH 2021 Ciencia, Ingeniería y Sociedad “Innovación Tecnológica para la Competitividad y Productividad”

Dispositivo electrónico basado en IoT para el seguimiento de contagios de SARS-CoV-2

Oscar Camilo Fuentes Amín
Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
oscar.fuentes@unad.edu.co

Mariano Esteban Romero Torres
Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
mariano.romero@unad.edu.co

Mario Antonio Suarez Pérez
Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
mariosp08@hotmail.com

Resumen - En aras de implementar tecnologías que faciliten el seguimiento de contagios y así mitigar el impacto del COVID-19, se presenta el desarrollo de un dispositivo electrónico basado en RFID, (tecnología de identificación por radiofrecuencia), el cual se plantea como un instrumento de bioseguridad que puede ser instalado en los sitios de alta interacción social.

El dispositivo se diseñó para ser instalado en la entrada de los almacenes, iglesias, bancos y demás sitios de gran afluencia, es capaz de leer tarjetas o llaveros RFID, los cuales pueden ser portados por los visitantes, permite llevar un seguimiento en la nube de la hora, fecha y lugar donde estas personas entran y se conecta a internet a través de WiFi.

El circuito propuesto, consta de un lector de tarjetas RFID RC522, una pantalla LCD, diodos LEDs y un módulo nodemcu ESP8266. El sistema es capaz de conectarse a internet a través de un Módem y realizar lecturas de tarjetas y llaveros con un 100% de efectividad. Adicionalmente, se demostró que desde el momento en que se acerca una tarjeta hasta el registro de la información en la nube, el dispositivo se tarda en promedio 5.8 segundos por cada lectura.

Con este desarrollo se pretende ofrecer una herramienta tecnológica que permita a las autoridades sanitarias, plantear estrategias de aislamiento por sectores vulnerables, ya que al detectar una alerta de caso positivo, será posible relacionar un sector de la sociedad que tuvo interacción con la persona en alerta y así actuar con mayor precisión en cuanto a la atención y la implementación de aislamientos sectorizados, con lo que se espera reducir el riesgo de contagio durante la reactivación económica.

Palabras clave— *Aforo, Aislamiento, Control, Coronavirus, RFID, Tecnología.*

I. INTRODUCCIÓN

Con la crisis generada a causa del SARS-CoV-2, la economía se ha visto fuertemente afectada, la Organización Mundial de la Salud, OMS, sugirió el aislamiento social como una forma de mitigar la propagación del virus [1]. En este sentido, una de las medidas adoptadas por los gobiernos se basó en el distanciamiento social [2]. El aislamiento, la reducción de los viajes y demás controles adoptados, han provocado una disminución de la población en todos los sectores económicos y la pérdida de muchos puestos de trabajo. Las escuelas han cerrado y la necesidad de productos básicos y manufacturados ha disminuido [3]. Este panorama dejó preocupaciones en los diversos sectores económicos, de manera que los gobiernos empezaron a proponer estrategias para la reactivación económica; en Colombia por ejemplo, el ministerio de salud decretó condiciones para el desarrollo de las actividades económicas, sociales y del estado bajo protocolos de seguridad [4]. Sin embargo, las medidas no han sido suficientes para detener los contagios y,

aunque actualmente se cuenta con una vacuna para contrarrestar el virus, la oleada causada por la enfermedad sigue cobrando vidas en muchos países [5].

Desde el comienzo de la crisis sanitaria se han venido planteando todo tipo de técnicas y metodologías, a fin de facilitar las acciones para mitigar el impacto que el virus provoca; esto se viene haciendo desde diferentes sectores, por ejemplo se ha hablado de las cabinas de desinfección, que aunque en muchos sitios se empezaron a implementar, se demostró que no eran tan recomendables [6], por otro lado se vienen trabajando recursos con base tecnológica, algunos de estos enfocados en el monitoreo en línea a través de servicios web [7], [8], [9].

En la actualidad se están desarrollando nuevas tecnologías, como el internet de las cosas, la robótica, la inteligencia artificial, entre otras, basadas en la conectividad, a raíz de esto se han logrado toda una serie de avances tecnológicos que se conocen como la cuarta revolución industrial [10], [11]. Dentro de las tecnologías emergentes, es preciso mencionar que en los últimos años ha tomado gran importancia la tecnología RFID, o identificación por radiofrecuencia, la cual permite colocar etiquetas electrónicas a los objetos para su identificación. Esta tecnología ha sido muy utilizada en el campo de la electrónica y las telecomunicaciones, debido a sus buenas prestaciones [12], [13], [14].

Otros estudios realizados, como el de Mohammed y colaboradores en 2020 [15], demuestran que temas enmarcados en la industria 4.0., son de mucha importancia en la emergencia mundial que se vive hoy en día, lo que abre un camino de posibilidades frente a las soluciones que esta industria puede ofrecer. Otro estudio como el de Navas y colaboradores [16], muestra que, mediante una plataforma digital, se pueden poner en contacto las personas con los médicos para recibir información de los síntomas.

Los aportes mencionados anteriormente se encuentran dentro de todo un sin número de investigaciones realizadas por parte de la comunidad científica, de esta manera es válido anotar que las nuevas tecnologías han tomado un rol importante dentro de lo que puede ser la solución de la crisis. Partiendo de estas tecnologías, las cuales han demostrado buenas prestaciones, se propone el desarrollo de un dispositivo basado en tecnología RFID, que a través de un módulo WiFi pueda registrar automáticamente el ingreso de personas en sitios de gran afluencia. A partir de esto, se espera ofrecer a las autoridades sanitarias, una base de datos en línea donde se aloje información de la fecha y hora a la cual las personas ingresan a los sitios de alta afluencia, lo cual es pertinente para realizar acciones de seguimiento y control más precisas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Diseño general

En primer lugar se caracterizaron las tarjetas electrónicas RFID RC522 y WiFi nodemcu ESP8266 respectivamente, con el fin de tener información técnica asociada a sus requerimientos de funcionamiento. Lo anterior facilitó el diseño de un sistema integrado donde se incluyeron elementos como diodos LEDs, pantalla LCD, una fuente de alimentación y finalmente el diseño de una carcasa para su instalación en campo. A continuación se describen algunas características de estos elementos:

Tags y lector RFID:

El sistema RFID consta de dos etapas, un módulo lector y una tarjeta, que luce como un documento de identidad, a su vez una tarjeta se conforma de un pequeño chip y una antena en su interior, el chip contiene un código único, mientras que la antena es la responsable de transmitir este código. El lector RFID se alimenta con 5 voltios y es capaz de generar un campo electromagnético a través del cual se obtiene información de una tarjeta cuando se acerca, esta información posteriormente es transmitida a un microcontrolador [17]. Una de las ventajas de esta tecnología es su bajo costo y fácil adquisición, según lo propuesto, los visitantes deben portar su respectiva tarjeta para entrar a los sitios de gran afluencia.

Nodemcu ESP8266:

Otra de las tecnologías emergentes, que ha ocupado un rol importante en el campo del internet de las cosas, se basa en la conectividad por Wi-Fi, acrónimo creado a partir del inglés “Wireless Fidelity”. Es el estándar de redes inalámbricas dominante en la actualidad, entre sus múltiples ventajas se encuentran la gran variedad

de dispositivos que se pueden adaptar a esta tecnología; la movilidad, la cual permite cambiar de punto de acceso sin interrumpir la conectividad y la escalabilidad que facilita la ampliación de las redes debido a su característica inalámbrica. Por todo lo anterior, esta tecnología goza de una gran popularidad [18].

Una vez analizadas las características de las tecnologías a utilizar, fue posible definir un diseño general del dispositivo, que adicionalmente, integra otros elementos de apoyo como pantalla LCD, indicadores LEDs y fuente de alimentación, ver figura 1.

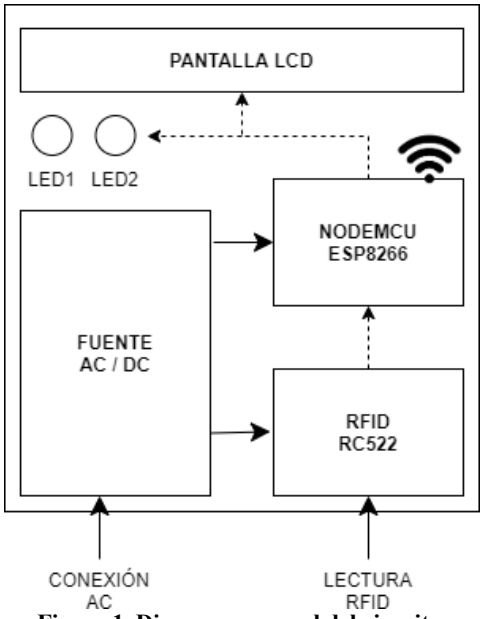


Figura 1. Diagrama general del circuito.

B. Diseño de Circuito Impreso

Se diseñó un circuito impreso, donde el lector RFID, el módulo WiFi nodemcu ESP8266 y otros elementos de apoyo se integraron en una misma base. Para mayor facilidad a la hora de ensamblar los componentes, el circuito base consta de un conector de ocho pines, con el fin de conectar el módulo RFID a través de un bus de datos flexible. De manera similar se incluyó un conector de cuatro pines con el fin de conectar la pantalla LCD a través de un bus de datos flexible, en la figura 2 se muestra el diseño 3D de este circuito.

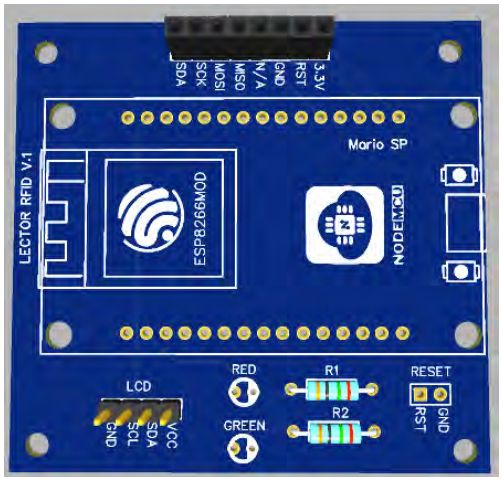


Figura 2. Circuito desarrollado.

C. Diseño de carcasa

Una vez fueron soldados los componentes al circuito base, se realizó la programación del sistema de control, luego se hicieron algunas pruebas de lectura de tarjetas, se verificaron las conexiones y finalmente se diseñó una carcasa para ensamblar las partes y aportar robustez al sistema, ver figura 3.

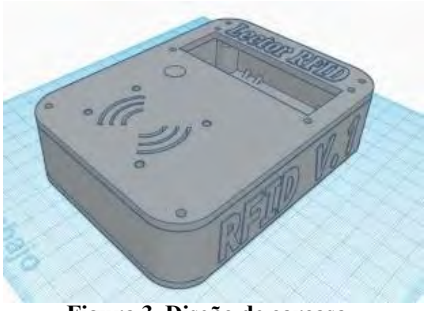


Figura 3. Diseño de carcasa.

Para poder utilizar este dispositivo en los sitios mencionados, se propone la elaboración de un soporte, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Diseño de soporte.

El diseño propuesto aprovecha los pedestales que comúnmente se encuentran en los supermercados, los cuales tienen la finalidad de suministrar un antiséptico a los visitantes.

D. Planificación de pruebas

Con el fin de validar la funcionalidad del dispositivo desarrollado, se planificaron algunas actividades de prueba, las cuales se describen a continuación:

Prueba de lectura de tarjetas:

Esta prueba consistió en acercar tarjetas RFID al dispositivo, en repetidas ocasiones y a diferentes distancias, con el fin de establecer la distancia a la cual las tarjetas son leídas sin ningún problema.

Prueba de conexión WiFi:

Esta prueba consistió en conectar el dispositivo a una red WiFi a una distancia de 1m, seguidamente alejar el dispositivo progresivamente hasta encontrar la distancia a la cual el dispositivo deja de contar con conexión.

Prueba de registros:

Esta última prueba consistió en programar al dispositivo para generar un dato con la fecha, el código único que identifica al módulo WiFi y el código RFID de la tarjeta que se acerque y seguidamente enviar esta información a una base de datos en línea, para finalmente verificar si los datos fueron transmitidos satisfactoriamente a través de WiFi.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 5 se presenta el dispositivo ensamblado, donde se integran las tecnologías RFID y WiFi. El sistema cuenta con un lector de tarjetas RFID RC522, una pantalla LCD, diodos LEDs y un módulo nodemcu ESP8266, responsable del control general.



Figura 5. Sistema ensamblado.

El prototipo es capaz de leer tarjetas o llaveros del tipo RFID, ver figura 6.



Figura 6. Tarjeta y llavero del tipo RFID.

Este tipo de tarjetas se utilizan usualmente en los medios masivos de transporte de las ciudades, las cuales permiten optimizar la gestión de pagos por parte de los usuarios. Es así como cualquier persona que cuente con una de éstas, no necesitaría adquirir otra, ya que con la misma podría registrarse en el sistema y en adelante utilizarla para ingresar a los almacenes y demás sitios de gran afluencia.

Los chips RFID son ampliamente desarrollados y vienen en diferentes presentaciones, entre las que se encuentran las tarjetas y los llaveros, por lo que en cualquier lugar comercial es posible adquirirlos a muy bajo costo.

Los módulos nodemcu ESP8266, son microcontroladores dotados con la capacidad de conectarse a internet vía WiFi, cada módulo en el mercado cuenta con un código que lo identifica, el cual es único y se conoce como “ChipID”.

El dispositivo ensamblado fue validado a través de diferentes pruebas, las cuales se describen a continuación:

A. Prueba de lectura de tarjetas

Se realizaron pruebas de lectura, donde se acercaron varias tarjetas RFID al dispositivo, este proceso se hizo para distancias de 0.5 a 5 cm. Se pudo comprobar que a distancias de un centímetro el dispositivo fue capaz de leer tarjetas, pero con algunas fallas de lectura. En este sentido se estableció que a la hora de implementar esta tecnología, los visitantes acerquen sus tarjetas a una distancia menor a 0.5cm. Para esta distancia, se realizaron 20 pruebas de lectura y se logró verificar que el dispositivo obtuvo los códigos de las tarjetas RFID de forma acertada, obteniendo una eficiencia de lectura del 100%.

B. Prueba de conexión WiFi

Al encender el dispositivo, este es capaz de establecer una conexión vía WiFi con un modem. En esta prueba se verificó que el dispositivo se conectara a la red a una distancia de un metro, seguidamente se empezó a alejar, mientras se verificaba la conexión del dispositivo, con lo que se pudo comprobar que el sistema es capaz de conectarse a una distancia máxima de nueve metros, respecto al modem de donde toma señal.

C. Prueba de registros

Una vez que el dispositivo se conectó a internet, se procedió a comprobar si éste era capaz de registrar, en una base de datos en línea, la información correspondiente a la fecha, el ChipID del nodemcu ESP8266 y el ID de la tarjeta RFID que se acercara. Se hicieron 20 intentos, con un 100% de aciertos.

Como dato adicional, el dispositivo tardó en promedio 5.8 segundos desde que se acercaba cada tarjeta, hasta que la información quedara registrada en la base de datos. De esta manera, se puede garantizar que no existirían retrasos en caso de implementar esta tecnología en los supermercados y demás sitios de gran afluencia.

D. Estrategia de seguimiento

Con todos estos resultados, es posible diseñar una estrategia de seguimiento de contagios; la propuesta se basa en desarrollar una plataforma web donde se manejen dos bases de datos, una donde se realicen, de forma automática, los “registros de ingreso”, generados por los usuarios al entrar a los sitios de alta afluencia y otra donde se realicen los “registros de usuario”, de manera que toda persona que adquiera una tarjeta pueda registrarse como portadora de la misma.

El mismo dispositivo se utilizaría para registrar usuarios, por ejemplo, cuando una persona adquiera por primera vez una tarjeta, puede registrarse al llegar a un sitio donde el dispositivo esté instalado, en ese caso bastaría con acercar la tarjeta y diligenciar la información personal. En adelante, cada vez que la persona registrada ingrese a cualquier sitio, el sistema podría detectarla y llevar el monitoreo respectivo.

Como se pudo evidenciar, el dispositivo es capaz de enviar tres datos a la nube; el chipID del nodemcu ESP8266, el ID de la tarjeta RFID y la fecha en la cual la tarjeta entra en contacto con el dispositivo. Así que, otra parte que se propone para integrar el sistema, sería el desarrollo de una aplicación que los usuarios puedan manipular desde un celular, en la cual envíen una alerta cuando presenten síntomas de contagio. En el caso que un usuario genere una alerta, la aplicación podría realizar un barrido sobre la base de datos donde se guardan todos los registros de ingreso y así filtrar todas las veces que este usuario ingresó a algún lugar en los últimos 15 días, seguidamente realizar un barrido donde se relacionen los usuarios que también ingresaron, los mismos días en los mismos sitios y por último, identificar estos usuarios en la base de datos donde se registraron al adquirir la tarjeta, para generar un informe que posteriormente sea utilizado por las autoridades sanitarias.

Para analizar el impacto que causaría el uso de este dispositivo de forma masiva, se podría pensar que si las autoridades sanitarias contaran con una base de datos, de personas relacionadas con casos positivos, actuarían con más precisión para establecer aislamientos dinámicos, es decir, restringir la entrada a los almacenes a todos los que coincidieron en algún lugar con personas que hubieran reportado los síntomas, mientras que las personas que no tuvieran esa relación, pudieran

seguir realizando sus actividades económicas. Esto sería un avance en la recuperación de la economía, mientras se reduce la exposición del virus a grandes masas sociales.

IV. CONCLUSIONES

Es de gran importancia el hecho de haber obtenido estos resultados, ya que al comprobarse que el dispositivo es capaz de llevar registros de la fecha, el código único de cada módulo nodemcu ESP8266 y el código de cada tarjeta RFID, cada vez que una persona ingrese a un recinto, se puede realizar un seguimiento de posibles contagios.

Este seguimiento es posible realizarlo al relacionar los códigos de los módulos WiFi con los lugares donde sean instalados y así cada vez que una persona alerte sobre síntomas sospechosos, se pueda filtrar la información en la base de datos para identificar a los visitantes que estuvieron en los mismos sitios y fechas que la persona en alerta.

Si se desarrolla una plataforma web que realice estos procesos de seguimiento y filtrado de forma automática, que además cuente con aplicaciones de fácil manejo para los usuarios de los supermercados y demás sitios de alta interacción social y, finalmente se genera un protocolo con el cual se pueda llevar a cabo esta operación, sería posible establecer estrategias de aislamiento más precisas, que mantengan a una parte de la población en cuarentena, pero a la vez la otra parte con menor riesgo pueda seguir realizando sus actividades, de manera que la economía se siga reactivando con mayor control.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, por su apoyo en la realización de estas actividades.

REFERENCIAS

[1] B. I. Barrutia, M. H. A. Silva y S. R. M. Sánchez, «Consecuencias económicas y sociales de la inamovilidad humana bajo COVID-19: caso de estudio Perú,» *Lecturas de Economía, núm. 94,* pp. 285-303, 2021.

[2] W. Smith y D. Freedman, «Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak,» *Journal of Travel Medicine,* vol. 27, nº 2, pp. 1-4, 2020.

[3] M. Nicola, Z. Alsafi, C. Sohrabi, A. Kerwan, A. Al-Jabir, C. Iosifidis, M. Agha y R. Agha, «The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review,» *International Journal of Surgery,* vol. 78, pp. 185-193, 2020.

[4] MinSalud, «Resolución 777 de 2021,» 02 Junio 2021. [En línea]. Available: https://anato.org/resumen-normativo-gobierno-nacional-covid-19/.

[5] J. Pacheco, «La incógnita del coronavirus - Variantes y vacunas - La gestante y su niño,» *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia,* vol. 67, nº 1, pp. 1-11, 2021.

[6] M. Calderon, E. Gutierrez, C. Cabezas, N. Reyes y P. Caballero, «Cabina de desinfección de personas para reducir la transmisión de COVID-19 en la comunidad,» *Anales de la Facultad de Medicina,* vol. 81, nº 2, pp. 205-210, 2020.

[7] Amazon, «Amazon Web Services (AWS) data lake for analysis of CoVId-19 dat,» 2020. [En línea]. Available: https://dj2taa9i652rf.cloudfront.net/.

[8] Google, «Google Cloud Platform (GCP) datasets for COVID-19 Research,» 2020. [En línea]. Available: https://console.cloud.google.com/marketplace/product/bigquery-public-datasets/covid19-public-data-program.

[9] American Chemical Society, «CAS CoVId-19 antiviral candidate compounds dataset,» 2020. [En línea]. Available: https://www.cas.org/resources/covid19.

[10] T. Sung, «Industry 4.0: A Korea perspective,» *Technological Forecasting and Social Change,* vol. 132, pp. 40-45, 2018.

[11] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista y M. Zorzi, «Internet of Things for Smart Cities,» *IEEE*

Internet of Things Journal, vol. 1, nº 1, pp. 22-32, 2014.

[12] K. Domdouz, B. Kumar and C. Anumba, "Radio-Frequency Identification (RFID) applications: A brief introduction," *Advanced Engineering Informatics,* vol. 21, no. 4, pp. 350-355, 2007.

[13] E. Welbourne, L. Battle, G. Cole, K. Gould, K. Rector, S. Raymer and G. Borriello, "Building the Internet of Things Using RFID: The RFID Ecosystem Experience," *IEEE Internet Computing,* vol. 13, no. 3, pp. 48-55, 2009.

[14] D. Zhang, L. Yang, M. Chen, S. Zhao, M. Guo y Y. Zhang, «Real-Time Locating Systems Using Active RFID for Internet of Things,» *IEEE Systems Journal,* vol. 10, nº 3, pp. 1226-1235, 2016.

[15] M. Mohammed, H. Syamsudin, S. Al-Zubaidi, R. Ramli y E. Yusuf, «NOVEL COVID-19 DETECTION AND DIAGNOSIS SYSTEM USING IOT BASED SMART HELMET,» *International Journal of Psychosocial Rehabilitation,* vol. 24, nº 7, pp. 2296-2303, 2020.

[16] D. Navas, I. Varela, J. Young, G. Oliva, E. Álvarez, G. Amaya y S. Gómez, «Las primeras tres semanas de una clínica de telemedicina gratuita para COVID-19 en Honduras,» *Innovare: Revista de ciencia y tecnología,* vol. 9, nº 1, pp. 8-13, 2020.

[17] X. Zhu, S. K. Mukhopadhyay and H. Kurata, "A review of RFID technology and its managerial applications in different industries," *Journal of Engineering and Technology Management,* vol. 29, pp. 152-167, 2020.

[18] J. Cavas, Estudio experimental de la técnica frequency hopping en redes WiFi, Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, 2020.

Asistencia Robótica en Cirugía Laparoscópica 4.0

Paola Surichaqui[1]
paola.surichaqui@unmsm.edu.pe
Rene Aroni[1]
rene.aroni@unmsm.edu.pe
Jason Pari[1]
jason.pari@unmsm.edu.pe

Ingeniería Electrónica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú[1],

Hipólito Rodríguez[1]
hrodriguezc1@unmsm.edu.pe
Mario Arbulú[2]
mario.arbulu@unad.edu.com

Semillero SICON, Ingeniería Electrónica, ECBTI, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia[2]

***Resumen*—**En este artículo analizaremos los resultados de la utilización de los robots de asistencia en cirugías laparoscópicas en este caso: el robot Da Vinci y el robot Soloassist.
Describiremos a estos robots su estructura, su funcionamiento básico y cómo ayudan a la mejora en la cirugía, los efectos postoperatorios de las personas y la asistencia que brinda al cirujano. Por último, compararemos los resultados de algunas operaciones más comunes realizadas por cada robot para revisar en qué difieren.

Palabras claves: *laparoscopia, asistencia robótica, Industria 4.0, COBOT.*

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la cirugía laparoscópica asistida por robots ha ganado terreno ya que es una técnica de cirugía mínimamente invasiva que brinda mayores beneficios que la cirugía tradicional, como por ejemplo menos complicaciones post operatorias, mejor calidad de imagen debido al soporte que brinda, ahorro de recursos humanos y mayor precisión. A continuación, algunos autores nos describen las ventajas y desventajas de su utilización.
Yasushi Ohmura [1] evalúa la eficacia de Soloassist en cirugía laparoscópica. Se investigó la pérdida de sangre, el tiempo operatorio, el tiempo de preparación, la duración de la estancia hospitalaria y el número de cirujanos participantes. Las ventajas fueron en casos de colecistectomía electiva y de emergencia, reduciendo el tiempo de operación y una disminución de cirujanos participantes. Una desventaja es que el Soloassist no respondió al joystick en algunas pruebas.

[2] Se realizó una comparación entre prostatectomía tradicional y laparoscopia robótica. Se les realizó a 35 pacientes la prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot y 36 con prostatectomía radical abierta de los cuales se tuvo como resultados menor sangrado transoperatorio y de transfusión en el primer caso, además de tener similar tiempo promedio de estancia posoperatoria en el hospital.

El Robot Da Vinci [3] creado por Integrated Surgical System es el instrumento quirúrgico más sofisticado existente. Es un robot esclavo, que obedece al cirujano brindando mayor precisión, destreza, reduciendo el temblor, y proporcionando una visión 3D de la anatomía del paciente. En el paciente vemos cicatrices más pequeñas, disminución de la pérdida de sangre, menos dolor y un tiempo de curación más rápido. Las desventajas son el gran tamaño, las averías que puede tener como toda máquina y el elevado costo pues oscila entre $1 millón y $2.5 millones.

Yasushi Ohmura [4] realiza una evaluación de la eficacia de Soloassist en la resección laparoscópica del cáncer colorrectal frente a la eficacia de la asistencia humana , observó variables como el tiempo operatorio, la pérdida de sangre, el tiempo de preparación, la duración de la estancia hospitalaria y el número de cirujanos participantes. Se obtuvieron los siguientes resultados como una aparente disminución en el número de cirujanos participantes en el grupo con Soloassist, el tiempo operatorio promedio fue más corto en el grupo con Soloassist, y que no hubo ningún caso de conversión a asistente de alcance humano, ni ningún evento adverso específico del sistema.

II. CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA MANUAL

La cirugía laparoscópica es conjunto de técnicas quirúrgicas que utilizan pequeñas incisiones por donde introducir los instrumentos, a través de trocares, [5] creando cavidades gracias a la introducción de gas o instrumental suspensorio de pared para así visualizar el interior, por medio de una microcámara conectada a un

monitor.

[6] Se tiene que agregar luz a través del mismo laparoscopio utilizando una fuente de luz que se parezca a la natural, puede variar entre 3500-Luz halógena y 6000 K-Luz de Xenon, pero como se sabe a mayor cantidad de grados Kelvin mayor será la calidad de la luz y de eso depende la calidad de imagen que se pueda ver en el monitor.
De forma general se puede dividir la cirugía laparoscópica en cuatro etapas:
La primera etapa es el neumoperitoneo, consiste en la insuflación de un gas inerte en la cavidad peritoneal a través de una aguja de Verres (aguja con protección para no dañar las vísceras). Normalmente el gas que se utiliza es el CO2, pero pueden utilizarse el helio y el óxido nitroso, para distender la cavidad abdominal y crear una cámara con presión que varía de 10-14 mmHg, con el objetivo de que haya espacio para el desplazamiento de los instrumentos y manipulación de los órganos.

La segunda etapa es la instalación de los trocares. [6] Las causas más frecuentes de lesión, suceden en la colocación de los trocares por eso es importante tener el debido cuidado. Lo más común es instalar el primer trocar en el ombligo, para lo cual se hace una incisión radial. Se inserta el trocar inclinándose con un ángulo de 60°-70°, luego para comprobar la correcta colocación se escuchará un click o un sonido sibilante. Terminado el proceso anterior se retira el trocar y se empuja la cánula suavemente para luego reiniciar el flujo del gas (CO2). Por último, se introduce el laparoscopio, de forma similar se realizan las otras instalaciones de trocares para introducir los demás instrumentos quirúrgicos.

La tercera etapa consta del proceso quirúrgico. Después de la introducción del laparoscopio se procede a hacer una laparoscopia diagnóstica, que es la visualización de los órganos mediante la microcámara, se utiliza para el análisis por cuadrantes de la zona a operar, y se triangula de forma correcta el laparoscopio con los instrumentos quirúrgicos. Terminado lo anterior con el procedimiento específico según sea la operación a realizar.
Finalmente, la cuarta etapa es la exuflación y retiro de instrumentos.

Terminado el procedimiento se aspira el gas introducido en la cavidad abdominal, se retiran los instrumentos cuidadosamente y se suturan todas las incisiones [7]. Debido a que es un procedimiento mínimamente invasivo habrá menor dolor, se reducirá el trauma tisular y de infecciones, tendrá mejores resultados estéticos y se acortará el tiempo de recuperación.

III. CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOTS

El último avance tecnológico en la cirugía robótica mínimamente invasiva ha dado como resultado el sistema quirúrgico Da Vinci. [3] y por otro lado el Soloassit. La precisión quirúrgica del robot Da Vinci permite realizar cirugías complejas realizando pequeñas incisiones quirúrgicas. El robot Da Vinci no toma decisiones por sí mismo, no es programable, cada maniobra quirúrgica es realizada por el cirujano. Los robots quirúrgicos son diseñados para asistir al cirujano en una cirugía de mínima invasividad, tal como se muestra en la Figura 1.

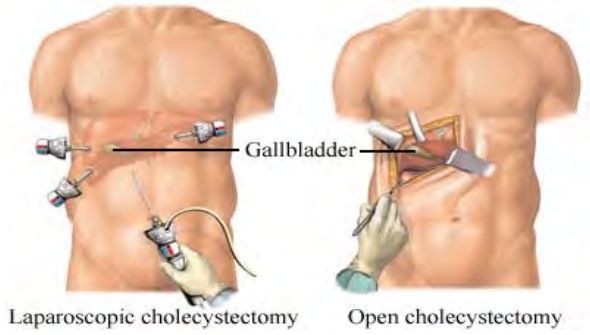


Fig 1 Cirugía mínimamente invasiva vs cirugía convencional[8]

El robot Da Vinci cuenta con instrumentos de mayor precisión, posee un sistema de control ergonométrico, permitiendo una reducción del trauma generado por la cirugía, menos dolor y una recuperación más rápida.

Según Valero,[9] la robótica ha tenido un fuerte impacto en la Urología, tan solo se necesitó una década para que en 2009 sea superado el número de 60.000 prostatectomías robóticas realizadas, convirtiéndose así en esta la técnica quirúrgica más requeridas y usadas para el tratamiento del cáncer de próstata."Hoy en día más del 85% de las prostatectomías radicales llevadas a cabo en EE.UU. se realizan mediante asistencia robótica" [9], pp. 543. Estos robots se denominan COBOTs, que es la nueva tecnología en la cuarta revolución; que permiten trabajo colaborativo con personas.

A) Da Vinci

Existen muchas técnicas para realizar la prostatectomía radical robótica, [10] pero según la experiencia de los cirujanos la más practicada es la técnica transperitoneal con abordaje anterior. Las distintas técnicas de abordaje tienen un comienzo en común, que es la posición del paciente en Trendelenburg forzado a 25-30º.

Luego se introducen tres trocares uno para la cámara robótica de 8mm y dos para sus asistentes de 12 mm,ver figura 2. Este tipo de abordaje anterior nos facilita reconocer la vejiga y la próstata con una visión superior. De similar manera se realizan las cirugías laparoscópicas convencionales y las asistidas por robots, ya sea trans o extraperitoneal.

La técnica se inicia con el descenso de la vejiga, [10] y la completa disección del espacio de Retzius hasta exponer por completo la cara anterior de la próstata. Luego, después de abrir o no la fascia endopélvica, se realiza una incisión en el cuello vesical, avanzando hacia posterior hasta acceder a las vesículas seminales para disecarlas y liberarlas en su totalidad.

En la actualidad la mayoría de los equipos prefieren el abordaje transperitoneal vs. el abordaje extraperitoneal, por el mayor espacio que se crea para el Da Vinci permitiendo un solo abordaje, completar la prostatectomía y la linfadenectomía si es necesario.
Finalmente, no existen estudios que demuestran la diferencia en los resultados funcionales entre usar una técnica anterior o superior al momento del abordaje por lo tanto no influyen en los resultados la posición de los trocares, ni el tiempo que se demore realizar la cirugía.



Fig.2 Ubicación de trócares y posicionamiento robótico, [10]

En el mundo el Sistema Da Vinci [10] es el sistema robótico más usado, cuenta con 5 generaciones cada una más avanzada que la otra; y con casi los mismos componentes, ver figura 3.
Los componentes básicos son:

- Consola de mando: Es una consola móvil donde el cirujano principal controla los movimientos de los cuatro brazos robóticos.

Además, cuenta con tres partes esenciales: Los controles de mando, con 540° de rango de movimiento los cuales son replicados por los instrumentos, tienen dos pares de anillos donde se introducen los dedos para la manipulación. El sistema de visión, que tiene un binocular que permite tener una visión 3D. Y por último el sistema de pedales con los cuales se puede mover la posición de los brazos y la cámara.

- Carro robótico: Cuenta con cuatro brazos conectados por un sistema de cables que replican los movimientos del cirujano, tres de ellos con la posibilidad de intercambiar instrumentos y uno con una cámara.

- Torre Laparoscópica: Cuenta con un insuflador para realizar el neumoperitoneo, una consola de energía y un monitor de visión 2D que permite a los ayudantes o practicantes observar la técnica utilizada por el cirujano.



Fig 3 Sistema da vinci [11]

Procedimientos quirúrgicos realizados
Hoy en día se realizan varios procedimientos robóticos diferentes, según la evaluación tecnológica de Intuitive Surgical, lo más relevante lo describimos a continuación:

- **Prostatectomía radical abierta versus prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot.**

Según los resultados de Herrera [2],se realizaron 36 prostatectomía radical abierta y 35 prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot. En ambos grupos lo más común fue la hipertensión arterial. Fue similar en ambos grupos la concentración media prequirúrgica de antígeno prostático específico. En la prostatectomía radical abierta el tiempo quirúrgico promedio fue de 286 minutos (+- 65.3) y para la prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot fue de 225 minutos (+- 67.9). El sangrado transoperatorio medio de la prostatectomía radical abierta fue de 1567 ml (+-1110) y para la laparoscopia robótica fue de 869 ml (+-687). La tasa de transfusión fue menor en pacientes con prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot. Se registraron complicaciones posquirúrgicas en 28% de los pacientes con prostatectomía radical abierta y en 29% de prostatectomía robótica. la desventaja de la cirugía robótica es su costo que es muy elevado.

B) ROBOT SOLOASSIST II

Es un robot de asistencia inteligente para cirugía mínimamente invasiva, [12] aliviando la carga de trabajo de su equipo. Además, obtener imágenes de buena calidad es la base para una cirugía segura y eficaz. (Producido por AKTORmed GmbH de Alemania).
Sus principales partes son dos:

Estructura: Cuenta con seis articulaciones, tres de las cuales están controladas por computadora [13], uno de ajuste manual y dos que actúan como una articulación cardán siguiendo el movimiento del cuerpo principal.
Tiene un solo brazo ancho que es llamado "universal joint" que se puede mover 360° libremente, está unido a un brazo de extensión más delgado que moviéndose 45° a la vez puede fijarse en ocho diferentes posiciones,ver figura 4.

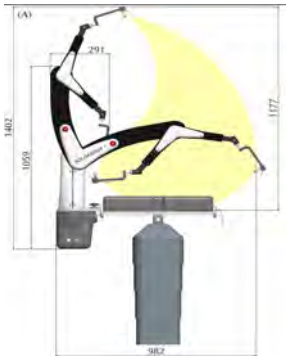


*Fig.*4 . *Estructura del SOLOASSIST y su rango de movimiento* [13]

Joystick: [13] El cirujano puede controlar al robot mediante un mini-joystick ergonómico colocado en las pinzas de la mano izquierda. Además, tiene un soporte de abrazadera se puede adaptar casi todas las piezas de mano disponibles excepto un anillo de fórceps.
El joystick puede mover el laparoscopio con los botones después de que se determine el ajuste del trocar. Finalmente tener en cuenta que cuando dejas de apretar el botón de desbloqueo el brazo robótico se bloquea y permanece en la posición establecida.

Los beneficios del robot asistente para el cirujano son:

1. Precisión en el posicionamiento del endoscopio, lo que ayuda al cirujano a no cambiar su forma habitual de trabajar pues tiene un gran rango de movimiento.
2. Operación simple e intuitiva con un mini-joystick, guiar al brazo robótico es simple y efectivo.
3. Posicionamiento estable del endoscopio, gracias a su estructura de carbono, el asistente es estable y no vibra, lo que brinda una mayor facilidad de trabajo.
4. El ensamblado a la mesa de operación es sencillo y se realiza en pocos minutos, debido a que el asistente robótico se fija directamente y se cubre con un paño estéril mientras se prepara al paciente para la cirugía.
5. Es fácilmente reutilizable, debido a que sus componentes son esterilizables en autoclave, el robot puede estar listo en poco tiempo para trabajar en operaciones seguidas.

Procedimientos quirúrgicos realizados

Según [1] Desde diciembre de 2014 y marzo de 2017 se realizaron 949 procedimientos laparoscópicos y toracoscopios. El robot Soloassist se usó en cirugías electivas y de emergencias. Los resultados de la investigación demostraron que fue posible el uso del Soloassist hasta 5 casos de cirugía por día porque el cuerpo principal está envuelto con un paño y solo algunas partes requieren esterilización por autoclave. En algunas ocasiones no respondió el Soloassist al joystick, pero se cambia por uno nuevo y vuelve a funcionar nuevamente.

- Eficacia de Soloassist en la resección laparoscópica del cáncer colorrectal

El estudio se realizó tomando en cuenta variables como el tiempo de preparación del paciente, tiempo de la intervención operatoria, pérdida de sangre,tiempo de postoperatorio y el número de cirujanos que participaron de la operación. Se realizaron 273 intervenciones colorrectales laparoscópicas de los cuales 130 casos se hicieron con asistencia humana, y los otros 143 se realizaron con asistencia del Soloassit. [4]

Nos detallan los resultados del estudio [4], para el cual la variable del número de cirujanos se vio una pequeña diferencia entre la asistencia del Soloassist y la asistencia humana obteniendo como resultados (Asistencia soloassist =2,5 y Asistencia humana=3.3). Para el tiempo promedio de la operación no se percibió una diferencia significativa (Asistencia Soloassit =268.5 min vs Asistencia humana =287.0 min).
En cuanto a las variables: tiempo postoperatorio, pérdida de sangre y preparación del paciente los resultados fueron similares y no se encontraron diferencias significativas, no hubo efectos adversos antes, durante y después de la intervención operatoria en ninguno de los casos.
En conclusión, el estudio demostró que el sistema Soloassist brinda la posibilidad de ahorrar recursos humanos en la resección colorrectal laparoscópica sin un tiempo operatorio prolongado o morbilidad específica del sistema. Soloassist es un eficaz instrumento quirúrgico asistido por robot para la cirugía colorrectal. [4] pp. 1.

IV. COMPARACIÓN ENTRE DA VINCI Y SOLOASSIST

Si hablamos de estructura, el Da Vinci presenta mayor voluminosidad pues cuenta con cuatro brazos asistentes que sirven para dar estabilidad al endoscopio, además de los otros tres brazos son guiados por el cirujano para realizar operaciones; en cambio el Soloassist solo se utiliza para la primera función mencionada, este cuenta con un solo brazo ligero, este robot es mucho más sencillo de montar comparado con el anterior por eso han servido en varios casos de emergencia.

Usamos regularmente Soloassist no solo para cirugías electivas sino también para cirugías de emergencia durante la noche. En nuestra experiencia, el 36% de las colecistectomías, el 95% de las apendicectomías y el 100% de los casos de perforación digestiva alta se realizaron en situaciones de emergencia [4] pp.38.

Por otro lado, las operaciones realizadas por estos robots son muy variadas, pero el Da Vinci por su mayor participación en la cirugía ocupa más amplia gama de intervenciones más complejas. Sus resultados en ambos casos son muy similares en cuanto a las complicaciones postoperatoria comparado con las cirugías sin asistencia robótica, pero si hablamos de pérdida de sangre y tiempo de operación el Da Vinci está mayor capacitado pues reduce estas variables.

Por último, decimos que estos robots nos ayudan reduciendo el temblor fisiológico de los cirujanos, reduce la cantidad de recursos humanos y nos amplían el campo de visión con mejor calidad de esta.

V. CONCLUSIONES

A la conclusión que podemos llegar es que los robots de asistencia como el Soloassist y el Da Vinci, nos traen muchas ventajas al momento de operar cirugias laparoscopia por supuesto uno más que el otro debido a su estructura más compleja y completa que permite al cirujano desenvolverse con mayor versatilidad. Estas ventajas son el menor tiempo de operación ,menores complicaciones postoperatorias, mayor precisión en la operación, mejor calidad de imagen, menor sangrado.

Pero sigue habiendo algunas desventajas como son el costo en el caso del Da Vinci que es muy elevado, además que los sistemas robóticos no son perfectos y sufren averías, por eso es importante el mantenimiento constante y el entrenamiento frecuente del personal médico que los usa.

REFERENCIAS

[1] Y. Ohmura, M. Nakagawa, H. Suzuki. K. Kotani y A. Teramoto, "Visceral medicine", "Viabilidad y utilidad de un soporte de alcance robótico guiado por joystick (Soloassist) en cirugía laparoscópica", vol. 34, pp. 37–44. 2018.

[2] A. Herrera et al.," Revista mexicana de urología", "Primer estudio mexicano comparativo entre prostatectomía radical abierta y radical laparoscópica asistida por robot", vol. 77, pp 173-182, 2017.

[3] R.Palomares, "Perfiles de Ingeniería", "Robot Da Vinci: El quirófano del futuro", vol. 2 (11), pp.155-162,2016.

[4] Y. Ohmura, M. Nakagawa, H. Suzuki. K. Kotani y A. Teramoto, "Surg Endoscopy", "Eficacia comparativa del asistente de endoscopio humano versus el portador de endoscopio robótico en la resección laparoscópica para el cáncer colorrectal", vol. 33, pp 2206–2216, 2019.

[5] Asociación española de cirujanos, "Fisiopatología del neumoperitoneo", "*Cirugía Endoscópica"*,E. Targarona, X Feliu y J. Salvador,. Ed. Aran:Madrid, 2010, pp 48-49 .

[6] R. Mishra,"*Libro de cirugía laparoscópica práctica"*, jaypee,. Ed. Jaypee-Highlights Medical Publishers: Panamá, 2010,

[7] F. Pérez, F. Sánchez, I. Díaz, M. Sánchez, M. Lucas, y J. Usón, "*Cirugía Española - Elsevier",* "Ergonomía en cirugía laparoscópica y su importancia en la formación quirúrgica"., vol. 90, pp. 284-291, 2011.

[8] Cancer care, "Colecistectomía laparoscópica comparada con colecistectomía abierta" .recuperado de https://www.cancercarewny.com/content.aspx?chunkiid=123071

[9] R. Valero et al.,"Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza", "Actas urológicas españolas",vol. 35, pp 540-545, 2011.

[10] M. Kerkebe, M. Hassi, S. Orellana y N. Orellana,Manual de Urología,*Introducción a la cirugía robótica*, Ed. Sociedad Chilena de Urología:Chile, 2020.

[11] instituto de urología,"da-vinci-xi-completo" recuperado de https://www.urologiaserrateribal.com/publicacion/ventajas-para-el-paciente-de-una-operacion-realizada-con-el-robot-da-vinci/da-vinci-xi-completo/

[12] AKTORmed, (2021) ."Soloassist", 2021,Recuperado de: https://aktormed.info/en/products/soloassist-en

[13] Y. Ohmura, H. Suzuki, K. Kotani y A. Teramoto “surgical endoscopy” ,”Eficacia comparativa del asistente de endoscopio humano versus el portador de endoscopio robótico en la resección laparoscópica para el cáncer colorrectal” vol. 1, pp 89-105, 2020.

Prototipo a escala para asignación de puntos de parqueo de aeronaves en las zonas operativas mediante identificación electrónica

Luis Carlos Castiblanco Sanabria
Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
lccastiblancos@unadvirtual.edu.co

Mónica Andrea Rico-Martínez, PhD
Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
Monica.rico@unad.edu.co

Resumen - El incremento de operaciones de vuelo destinadas al fortalecimiento de las operaciones aéreas en Colombia ha generado el crecimiento del inventario de aeronaves en la aviación militar y civil de Colombia. Este crecimiento en el inventario de aeronaves hace que algunas aeronaves deban compartir los puntos de parqueo establecidos en rampas o línea de vuelo junto con las aeronaves operativas, reduciendo la disponibilidad de estos.

Este aspecto sumado a desplazamientos de equipos móviles de apoyo logístico terrestre y el tránsito de personal de mantenimiento en el área operativa, dificultan la visual del personal de tránsito aéreo, tripulaciones y personal de mantenimiento de las zonas operativas para poder identificar y ubicar de manera directa cada aeronave asignada para vuelo, o la disponibilidad de puntos de parqueo para aeronaves cuando llegan de vuelo.

En este artículo se evidencia el diseño y desarrollo de un prototipo a escala para la implementación de un sistema de identificación electrónica de puntos de parqueo, con el ánimo de exponer la funcionalidad de implementar este tipo de tecnologías para contribuir a la reducción de los factores de riesgo y la mejora en el desempeño del personal de mantenimiento, tripulaciones y tránsito aéreo en el control de las zonas operativas.

Palabras clave— AERONAVES, PARQUEO, SISTEMA ELECTRÓNICO, REDES INALAMBRICAS, RFID.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se estructura con el apoyo de los conceptos teóricos desarrollados en el tipo de metodología Ágil [1]. Se describe el término ágil dentro de esta metodología como una palabra que se usa en la industria de la tecnología de la información. Se selecciona esta metodología para desarrollar, debido a la naturaleza técnica del proyecto y los requerimientos de flexibilidad, inmediatez y eficacia en el análisis de la información requerida para el logro de los objetivos propuestos.

Para la realización del prototipo, se estructuraron cuatro fases específicas que inician con la caracterización de la problemática identificada en el proceso de identificación y disponibilidad de puntos de parqueo para aeronaves en tiempo real en una zona operativa por tal motivo se escoge la rampa de aeronaves de la Base Aérea Luis F. Pinto. En la segunda fase se documenta y analiza los resultados de proyectos relacionados con sistemas de identificación electrónica en puntos de parqueo. En la tercera fase se define y caracteriza el tipo de tecnología a utilizar para desarrollar el modelo a escala del sistema de identificación propuesto para la Base Aérea Luis F. Pinto y finalmente en la cuarta fase se evidencian los resultados de las pruebas ejecutadas para el desarrollo del prototipo construido.

La población objeto hacia la cual se dirige el proyecto corresponde al personal de mantenimiento, las tripulaciones de helicópteros y personal de controladores de tráfico aéreo del Comando Aéreo de Combate No.4, encargados de identificar y asignar puntos de parqueo de aeronaves en la zona operativa.

Finalmente, para reunir información relacionada con el planteamiento del problema, posibles soluciones y revisión de la viabilidad del proyecto, se realizó un instrumento para aplicar una encuesta al personal en la zona operativa (pilotos, técnicos de vuelo, personal de mantenimiento y controladores aéreos) y quienes además son conocedores de la problemática existente, relacionada con la dificultad de ubicar e identificar aeronaves y espacios libres de parqueo en esta área. En la tabla 1 se evidencia las preguntas de la encuesta aplicada.

Tabla 1. Formulario de la encuesta

1	¿Conoce usted cuantas aeronaves tiene la Base Aérea Luis F. Pinto?
2	¿Sabe usted cuántos spots tiene la Base Aérea Luis F. Pinto?
3	¿Sabe qué tipo de identificación tienen los spots de la Base Aérea Luis F. Pinto?
4	¿De qué manera conoce usted cuando un spot esta libre para parqueo?
5	¿Conoce el protocolo para el parqueo de aeronaves en la Base Aérea Luis F. Pinto?
6	Según su criterio y experiencia, ¿cuáles cree usted que son los riesgos de tipo operacional que se presentan en la zona operativa por no conocer los spots donde se encuentran parqueadas las aeronaves?
7	¿Ha sufrido algún evento de seguridad por causa del tráfico de aeronaves, equipos de apoyo y personal dentro de la zona operativa por no conocer los spots donde se encuentran parqueadas las aeronaves?
8	¿Cuáles son las dificultades que experimenta a la hora de ubicar una aeronave en la zona operativa?
9	¿Se ha cancelado o demorado en la salida a una misión de vuelo por dificultades en la ubicación de la aeronave en los spots de parqueo?
10	¿Cree usted que es oportuno implementar un sistema de identificación electrónica para ubicar spots libres dentro de la zona operativa?
11	¿Qué sugerencias puede aportar para mejorar el proceso de identificación y asignación de puntos de parqueo para aeronaves en la Base Aérea Luis F. Pinto?

Referente a los resultados del instrumento aplicado, el 96.9% de los encuestados está totalmente de acuerdo con la propuesta de implementar un sistema de identificación electrónica de puntos de parqueo para las aeronaves. Esta respuesta validó y justificó el proyecto que se desarrolló y que se presenta en el presente artículo.

A. Materiales

Para el diseño del prototipo a escala, con sistema de identificación electrónica para asignación de puntos de parqueo de aeronaves en las zonas operativas, se utilizaron diferentes elementos electrónicos que se evidencian en la figura 1, asimismo en la tabla 2, se expone las razones por las cuales se seleccionaron dichos materiales para el prototipo.



Figura 1. Elementos Necesarios para el desarrollo del prototipo
Fuente. [2], [3], [4]

Es importante mencionar que, para seleccionar dichos dispositivos, se tuvieron en cuenta variables tales como, relación costo-beneficio, viabilidad técnica y eficacia del sistema.

Tabla 2 Razones de selección
Fuente. Elaboración propia

Elemento	Costo-beneficio
Módulo Arduino [5]	La placa usada es económicamente más accesible comparada con otras placas y fácil de usar frente a otros microcontroladores. El software que usa el módulo Arduino funciona de manera apropiada en el sistema operativo Windows que es usado para la programación y como su licencia es de uso y distribución libre no genera sobrecostos.
Módulo RFID RC522[6]	Este módulo es más económico y estable que otros lectores RFID, no posee lecturas de los tags a una gran distancia, pero para el diseño fue suficiente siendo el más adecuado.
Sensor de movimiento HC-SR501 [7]	De los sensores PIR que usa el sistema arduino es el más usado con un precio bastante bajo cumpliendo la función para lo que requiere el diseño.
Tarjetas RFID Pasivas [8]	Estas tarjetas son económicas, duraderas, ligeras y su vida útil es bastante al no tener baterías para su funcionamiento

Estas razones permiten determinar que las características de los elementos seleccionados son los más adecuados para cumplir con los objetivos del prototipo. Adicionalmente, proyecta la posibilidad de implementar este prototipo en una escala real, con el fin de contribuir a que el trabajo del personal de controladores aéreos y supervisores sea más eficiente, minimizando adicionalmente los riesgos de seguridad en los desplazamientos dentro de la zona operativa por parte de personas y equipos, debido a la congestión ocasionada por la importante cantidad de aeronaves que posee la Base Aérea Luis F. Pinto.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Diseño

Para el diseño del hardware se tuvo en cuenta la relación entre los módulos de acuerdo con el diagrama de bloques presentado en la figura 2 y los otros dispositivos que componen el prototipo.

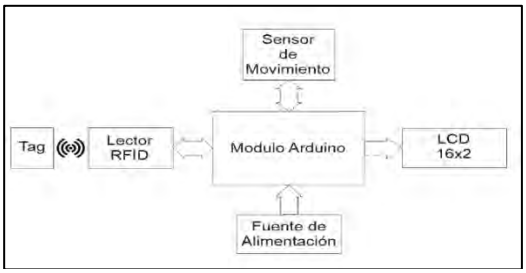


Figura 2 Diagrama de Bloques Prototipo a Escala y Simulación
Fuente. Elaboración propia

El funcionamiento del sistema inicia cuando la aeronave a escala llega a un spot de parqueo, en donde se activa el sistema lector de RFID y un sensor de movimiento. Este lector, lee el UID (Unique Identification Number) [9] que está relacionado con un número de matrícula de la aeronave y que se encuentra también grabado en una tarjeta RFID. El lector, se encarga de extraer el número UID de la tarjeta, el dato es comparado con la matrícula de la aeronave a la cual fue asignada esta tarjeta, siendo verificada por el usuario final a través de una pantalla que indica que el spot se encuentra ocupado, con qué tipo de aeronave y su matrícula. Asimismo, si sale la aeronave y el spot queda vacío, el sistema indica en la pantalla que el spot se encuentra libre para ser asignado.

B. Configuración e Implementación

Para llevar a cabo la implementación del prototipo, es necesario realizar algunas configuraciones. En ese sentido, los datos digitales son codificados e integrados a etiquetas inteligentes las cuales serán instaladas a las aeronaves a escala. Estos datos son capturados mediante un lector a través de ondas de radio sin importar la línea de vista, identificándola de acuerdo al rango de ubicación seleccionado para lo cual se apoya de en un sistema decodificador (middleware) [10].

Asimismo, los datos de identificación de la aeronave a escala se almacenan en la etiqueta y son transferidos al receptor de la señal mediante respuesta a las ondas de radiofrecuencia UHF (Ultra Hight Frequency) emitidas por el lector. Este lector da el rango de uso y se encuentra ubicado en cada spot de parqueo. Esta configuración, permite que el sistema permanezca activo y junto a un sensor de movimiento permite evidenciar si un el spot se ocupa o está vacío junto con el procesamiento de los datos recibidos en el momento de aterrizaje de la aeronave en el spot de parqueo para la identificación. En la figura 3, se muestran los dispositivos instalados en el spot y la aeronave.



Figura 3 Dispositivos Instalados en el Spot y la Aeronave
Fuente. Elaboración propia

Adicionalmente, mediante las pantallas LCD para el prototipo a escala, el sistema permite monitorear aeronaves ubicadas en la rampa. En la figura 4 se identifica que el spot 1 se encuentra ocupado por una aeronave del tipo TH-67 con matrícula FAC4567. En el caso de que se quiera implementar el proyecto de manera real, la información enviada a las pantallas LCD se puede cambiar por un aplicativo o software que permite el monitoreo de las aeronaves que se encuentran en rampa como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Ejemplo Aplicativo
Fuente. Elaboración propia

Adicionalmente en la figura anterior, se puede observar la condición de disponibilidad de spots en la rampa de la Base Aérea Luis F. Pinto en un dispositivo como el celular o un Ipad, donde el usuario puede identificar los spots utilizados con datos tales como el número de spot, tipo de aeronave y matricula. En el caso de no estar ocupado el sistema presenta lectura de vacío en color verde. Este aplicativo le permite a las tripulaciones y personal de apoyo en tierra, saber con exactitud y en tiempo real, la ubicación de las aeronaves en rampa con número de matrícula y a los controladores aéreos la condición de disponibilidad de spots para las aeronaves que requieren establecerse en rampa.

Físicamente se implementó una maqueta a escala de la rampa donde se parquean las aeronaves, con dos spots de parqueo como se representan en las figuras 5, 6 y 7. La figura 5 muestra el prototipo se encuentra con los spots vacíos

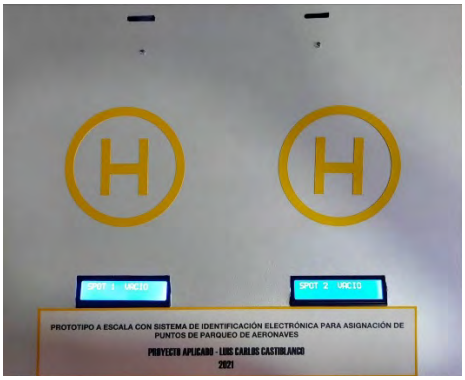


Figura 5. Prototipo a escala con spots vacíos
Fuente. Elaboración propia

La figura 6 evidencia el prototipo con los sensores de movimiento activados



Figura 6. Prototipo a escala con los sensores de movimiento activados
Fuente. Elaboración propia

En la figura 7 se presenta el prototipo leyendo los tags de las aeronaves parqueadas sobre los spots.



Figura 7. Prototipo a escala leyendo los tags de las aeronaves sobre los spots
Fuente. Elaboración propia

Por otra parte, otras configuraciones que se deben realizar se hacen mediante programación, empleando el software de Arduino que básicamente programa el microcontrolador.

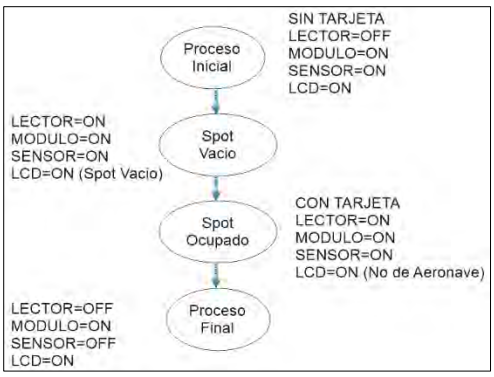


Figura 8. Algoritmo de programación
Fuente. Elaboración propia

El software de Arduino proporciona la posibilidad de compilar el programa y grabarlo de una vez en la memoria del microcontrolador que tiene. En la figura 8 se evidencia el algoritmo configurado para programar el Arduino.

C. Pruebas Funcionales al sistema

Las pruebas de funcionalidad de los elementos utilizados se efectuaron para corroborar que cumplan con los requerimientos previamente mencionados, garantizando la operatividad de los elementos escogidos para ensamblar el prototipo. Se realizaron pruebas a cada una de las etapas definidas en el diagrama de bloques del diseño. Cada una de estas pruebas arrojó el buen funcionamiento y la interconexión de los diferentes elementos que componen el sistema.

III. CONCLUSIONES

✓ Realizando la caracterización de la tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID, correspondiente al desarrollo del objetivo número 2, se pudo observar que es una tecnología emergente que tiene muchas aplicaciones por explorar, que ha sido usada en el sector aeronáutico y sistemas de seguridad con gran éxito. Asimismo, al comparar esta tecnología con otras similares, se evidenció que RFID utiliza un concepto simple y de bajo costo, emplea una distancia adecuada para el prototipo y no necesita línea de vista lo que la destacó para la selección para el proyecto.

✓Se concluye que el uso de la tecnología RFID tiene gran aplicación en la industria aeronáutica, por ejemplo: en el inventario de almacenes, en logística y zona operativa de las unidades aéreas, entre otras. El desarrollo del proyecto permitió reconocer la importancia que tiene realizar investigación que aporte a la seguridad aérea mediante el uso de tecnología.

✓Dentro del análisis realizado en el proyecto expuesto, es posible establecer que el módulo de Arduino UNO es una placa de programación económicamente accesible con respecto a otras placas, es más fácil de usar y programar frente a otros microcontroladores, la cual usa su propio

software que funciona de manera articulada con el sistema operativo Windows con una licencia, dicho software es de uso libre y es importante porque no genera sobrecostos al prototipo.

✓ Inicialmente se realizaron los planos del diseño con un software que no tenía licencia, y se observó que, para obtener mejores resultados, se optó por realizar los diagramas esquemáticos usando el software Proteus, el cual permite el diseño y la simulación del prototipo a escala usando un entorno virtual profesional, el cual asemeja el comportamiento de la operación real y garantiza su funcionamiento antes de implementarlo físicamente.

✓Con el desarrollo del prototipo, se evidenció también, que las tarjetas RFID de tipo pasivo son económicas, duraderas, ligeras y su vida útil es bastante alta al no tener baterías para su funcionamiento, lo que hace que esta tecnología sea viable en una futura implementación.

✓Se logró evidenciar que mediante el diseñó un prototipo a escala, con sistema de identificación electrónica para la asignación de los puntos de parqueo en tiempo real de aeronaves, se puede mejorar el proceso de control en los procesos de parqueo, de tal forma que las dependencias encargadas de mantener el control de tráfico en la zona operativa, tripulaciones, personal de mantenimiento y apoyo logístico, pueden conocer en tiempo real, la ubicación de las aeronaves establecidas en esta área y la disponibilidad de spots de parqueo en rampa, para reducir retrasos en las salidas, establecimiento de las mismas durante las operaciones aéreas y prevenir los errores de asignación por la congestión que se presenta por el alto número de vuelos programados en cada día.

✓Se concluye que actualmente existe una problemática con referencia al parqueo de las aeronaves, que surge a partir del diario vivir del CACOM 4, por tal razón, realizar un prototipo que se pueda presentar a la unidad, constituye una solución proyectable e implementable.

AGRADECIMIENTO

Los autores presentan un agradecimiento al programa de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia que, con su aporte académico facilitaron el logro de los objetivos propuestos durante la investigación.

REFERENCIAS

[1] H. S. Cubillos González, Proponer un Modelo de Toma de Decisiones Basado en Eventos de Seguridad y Lecciones. Fuerza Aérea Colombiana, 2020

[2] L. Hernández, (s.f.). Lector RFID RC522 control de acceso RFID con Arduino. [Online] Disponible: https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/lector-rfid-rc522-con-arduino/

[3] HETPRO, (2014). Herramientas Tecnológicas Profesionales Módulo RFID-RC522 RF con Arduino UNO SPI. [Online] Disponible: https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-lector-rfid-rc522-rf-con-arduino/

[4] V. Garcia. (2017, Nov 09). Sensor HC-SR501 con Arduino. [Online] Disponible: https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/sensor-hc-sr501-con-arduino

[5] Tutoriales Arduino (2017, Nov 09). Alimentar el Arduino la Guía definitiva. [Online] Disponible: http://www.bolanosdj.com.ar/MOVIL/ARDUINO2/AlimentarArduino.pdf

[6] Punto Flotante S.A, (2017). Sensor infrarrojo de movimiento PIR HC-SR501 Manual del Usuario. [Online] Disponible: https://puntoflotante.net/MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf

[7] A. Newton, (2021, Mar 10). RFID RC522 Attendance System Using Arduino with Data Logger. [Online] Disponible: https://how2electronics.com/rfid-rc522-attendance-system-using-arduino/

[8] L. Llamas, (2015, Jul 25). ¿Qué es un sensor PIR?. [Online] Disponible: https://www.luisllamas.es/detector-de-movimiento-con-arduino-y-sensor-pir/

[9] A. Kamran, H. Shah & P. Kingston, (2010, Jan). RFID Applications: An Introductory and Exploratory Study. [Online] Disponible: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1002/1002.1179.pdf

[10] A. Jameela, A. Junaid & N. Mohamed, (2009, Jul 24). Middleware for RFID Systems: An Overview. [Online] Disponible: https://www.researchgate.net/publication/221028927_Middleware_for_RFID_Systems_An_Overview

Aplicaciones IoT para el Hogar – Desarrollo Acuario IoT

Lucy Amanda Balanta
Miller Duvan Lemus Horta
Maestría en Gestión de TI
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Colombia
labalantas@unadvirtual.edu.co
mitalemus@hotmail.com

Sonia Isabel Huérfano Duarte
Sixto Enrique Campaña Bastidas
Maestría Gestión de Proyectos -TI
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNAD, Colombia
Sonia.huerfano@hotmail.com
sixto.campana@unad.ed.co

Resumen – Internet de las Cosas es una tendencia tecnológica que día a día permea todo tipo de actividad y aplicación que realizan las personas, por lo que se puede hablar actualmente de IoT para el hogar y hacer de esta tecnología una aliada en el control de elementos como el propuesto en este documento que refiere a acuarios o peceras, que en algunos hogares son un elemento ornamental y de vida que requiere de atención y cuidado para preservar la vida de los peces y componentes de este. Por lo anterior, en este documento se presenta el desarrollo de un prototipo IoT, producto de una investigación aplicada de tipo descriptivo, desarrollada en uno de los cursos de la Maestría en Gestión de TI de la UNAD, el cual permite medir las variables de temperatura y nivel del agua de la pecera, con el fin de mantener un ambiente propicio para los peces que viven en ella, generando reportes en línea del estado de la pecera y las variables mencionadas, alertando al usuario en caso de situaciones que afecten la misma, con el fin de tomar las acciones que sean necesarias.

Palabras clave— Internet de las Cosas, Acuario ornamental, Monitoreo remoto, Aplicaciones IoT.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para tener un acuario sano, se deben tener en cuenta aspectos importantes como el mantenimiento y la calidad del agua, porque los peces comen y defecan en él. Por lo tanto, una pecera o acuario debe estar equipado con un filtro de agua, y debe cambiarse al menos una vez a la semana, sin necesidad de cambios totales de agua [1]. Para realizar este proceso y saber si los parámetros del agua son los adecuados para sus residentes, se utilizan diversos equipos o kits de medición, donde los componentes más utilizados son los termómetros que permiten medir la temperatura del agua y los kits para medir el nivel del agua.

Acorde a lo anterior, como parte del desarrollo de un proyecto de aplicación en un curso de la Maestría de Gestión de TI de la UNAD, se ha diseñado un prototipo de una solución IoT para el monitoreo de la temperatura y nivel del agua de un acuario casero, el cual se compone de una aplicación de software que se conecta a Internet a través de una nube de acceso libre y unos elementos de hardware para el monitoreo del agua y las variables antes mencionadas. Estos componentes trabajan en tiempo real, emitiendo señales y datos del comportamiento del acuario, lo que permite su análisis y generación de las alertas correspondientes, cuando se presente alguna novedad en el mismo.

En este documento se describe el proceso realizado, que parte de la selección de las herramientas de hardware, luego se analizan y se exponen las herramientas de software, la selección de la nube IoT y por último en la parte II el diseño e implementación de la solución propuesta.

A. Diagnóstico y selección de herramientas de Hardware.

Actualmente en el mercado de IoT existen muchas alternativas para el diseño y construcción de soluciones que permiten el monitoreo y control

de variables ambientales y para el caso específico que sirvan para el manejo de la temperatura y nivel del agua. Es preciso señalar en este aspecto, que en primera instancia se deben identificar las tarjetas o plataformas sobre las cuales se soportará la captura de datos, luego los sensores que serán los que interactúen con el ambiente y las variables definidas y por último las fuentes de alimentación que permitirán la autonomía de la solución propuesta.

Acorde a lo anterior, en la búsqueda realizada a nivel de hardware, se encontraron las siguientes opciones en cuanto a tarjetas que permitan el procesamiento de los datos capturados y envío de los mismos a la nube: Raspberry Pi [2], Arduino Uno [3], Esp8266 y Esp32 [4], evidenciando que todas las alternativas encontradas se pueden ajustar al diseño e implementación de la solución IoT propuesta. Sin embargo, para efectos del prototipo específico diseñado, se seleccionó la tarjeta Arduino Uno (1), acompañada de la capa Ethernet Shield, para la conexión WiFi a la nube. Esta selección obedeció principalmente a una evaluación de la tarjeta y revisión de aplicaciones de esta en otros proyectos [5]–[7], demostrando que posee un buen desempeño, es fácil de adquirir, su plataforma de programación trabaja con código abierto y es fácil de comprender. Por otra parte, Arduino Uno, es escalable y tiene librerías para componentes externos que se requieran acoplar, presentándose de manera accesible con otras tecnologías compatibles, posee interacción con otros dispositivos, es adaptable a diferentes sistemas operativos, además de su independencia al no necesitar de un equipo para realizar las lecturas mediante los sensores, son algunas de las razones por las cuales se seleccionó esta tecnología para la solución propuesta, en las tablas 1 y 2 se pueden observar algunos comparativos realizados.

Tabla 1 . Cuadro comparativo entre Arduino 1, Rasberry Pi 2 y Esp32

Características	Arduino Uno	Raspberry Pi 2	ESP32
Precio	$23.500	$130.500	$39.000
Tamaño	7.6 X1.9 X 6.4 cm	85,6 mm x 56 mm	68×53 mm
Memoria	2 KB SRAM	1 GB SDRAM	250 KB SRAM
Sistema Operativo	No tiene	Android, Raspbian, IoT Core, Windows 10	No tiene
Entradas IO	19 Pines GPIO	40 Pines	32 Pines GPIO
Velocidad	16 MHz	700 MHz	60Mhz (máximo 240 Mhz)

Tabla 2 Análisis DOFA de Arduino

Fortalezas	Oportunidad	Debilidades	Amenazas
Simplifica el proceso de trabajar con microcontroladores.	Código reutilizable, fácil de aprendizaje e intuitivo.	Poca flexibilidad a algunos proyectos por su plataforma que esta ensamblada junto a la placa.	Su valor en algunos proyectos, debido al uso de librerías requeridas, las cuales deben ser adquiridas.
Las placas de Arduino son accesibles y sus bajos costos hacen que se puedan llevar a cabos proyectos.	Las Placas se pueden programar y estas pueden trabajar sin estar conectado a un equipo de proceso o computador, incluso tiene la facilidad de funcionar sin acceso a INTERNET.	La ejecución de algunos proyectos por el uso de algunas librerías, tiene un pequeño retraso, microsegundos para ser exactos que para algunos proyectos son de vital importancia	Los procesos de mejora y corrección de errores son muy demorados.
Funciona en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux.	Software y Hardware de código abierto.	Utiliza una CPU ATMEGA lenta y tiene memoria y almacenamiento limitados.	Las fabricaciones no originales de las placas.

Los elementos complementarios a nivel de hardware, los cuales se utilizaron con la tarjeta Arduino Uno se relacionan en la tabla 3.

B. Diagnóstico y selección de las herramientas software

Para el proceso de identificación de las herramientas de software a utilizar en la solución propuesta, se hizo un trabajo similar al realizado con el hardware, donde se analizaron los lenguajes de programación que soporta la tarjeta Arduino seleccionada, encontrando que la misma puede trabajar con C++ que se encuentra en el entorno de desarrollo de Arduino IDE y el lenguaje Python, principalmente. En cuanto al lenguaje C++, se puede mencionar que es un lenguaje de bajo nivel, tiene un excelente compilador y buena respuesta a la velocidad de ejecución. Siendo una buena opción para la implementación de proyectos de Internet de las cosas (IoT) [8], donde se destaca la facilidad para comunicarse con diferentes dispositivos (computadores, Tablet, smartphones), tanto por cable, Bluetooth, o Internet.

Tabla 3. Elementos de hardware prototipo IoT

Nombre del elemento	Visualización del elemento.
Acuario El acuario es una estructura generalmente de vidrio que mantiene el agua en el cual estarán los peces, ya sea para fines ornamentales u otros. La figura más común es la rectangular, para conocer su capacidad se procede a multiplicar sus 3 lados *(ancho x largo x profundidad)*	
Tarjeta Arduino Uno Programable Arduino UNO R3 con Cable USB - Compatible, es una placa basada en el microcontrolador ATmega328P	
Módulo Ethernet Shield w5100 Adaptador Arduino para conexión a internet por cable.	
Sensor Ds18b20 Sonda de temperatura impermeable.	
Sensor de nivel de agua Arduino GAOHOU Medidor del nivel agua	
Kit Arduino para implementación: elementos requeridos, para la elaboración del prototipo.	
Protoboard Para conexión elementos	
Resistencia 4.7 k Onios Conexión con sensor de temperatura	

Por otro lado, se analizó el lenguaje Python, que tiene más aplicaciones en el análisis de datos y Machine Learning principalmente, siendo una herramienta con mucho potencial y procesamiento en estos aspectos, pero que tiene como dificultad que no se maneja de manera compilada, requiriendo de un computador o nube para su procesamiento. Por otra parte, cuenta con librerías para diferentes funciones de gráficos, análisis matemático, estadística, entre otras, pero a nivel de IoT aún tiene muchos requerimientos por desarrollar[9].

Por lo anterior, se tomó como elección el lenguaje C++, además, debido a que: el entorno de desarrollo de Arduino UNO trabaja con C++; es una buena opción para optimizar el rendimiento del procesador de la tarjeta; por otra parte, el manejo de la memoria reducida que se dispone para aplicaciones IoT por parte de C++ es más fácil y transparente, además que permite ahorrar batería.

C. Selección de Plataforma de Nube para IoT

Otro aspecto importante en el diseño de una solución IoT, es la definición y selección de la nube de datos que soportará la misma, la cual se utilizará para el almacenamiento y análisis de la información que es capturada por los sensores que hacen parte del hardware propuesto para la solución IoT. En este punto se analizaron las diferentes opciones, que se relacionan a continuación.

En la actualidad existen muchas opciones de nube para IoT, algunas orientadas a pequeñas empresas, que para efectos de la solución propuesta, se clasifican como las opciones más viables, principalmente por estar orientadas a la conectividad de objetos y porque existen varias plataformas de nube preparadas para una fácil integración con proyectos realizados con hardware tipo Arduino. Muchas de estas plataformas son totalmente configurables y permiten un uso gratuito y libre con ciertas restricciones.

Dentro de este grupo se tienen plataformas de nube como las siguientes: Samsung Artik Cloud Samsung Introduces New ARTIK™ Secure IoT Modules and Security Services to Deliver Comprehensive Device-to-Cloud Protection for IoT – Samsung Global Newsroom [10] , aREST Framework [11] Home (arest.io) , Thinger.io[12]– Open Source IoT Platform , Arduino Cloud [3], Cayenne mydevices y ThingSpeak Platform IoT Cayenne Mydevices & ESP8266 12E NodeMCU: 4 Steps - Instructables.

Luego de revisar cada una de las plataformas de nube mencionadas, en la solución propuesta, para el almacenamiento de la información resultado de los sensores elegidos, se seleccionó la nube: ThingSpeak [13] a cual recoge y almacena datos de sensores en sus servidores y permite desarrollar aplicaciones IoT. Esta opción también ofrece aplicaciones que permiten analizar y visualizar los datos en MATLAB [14], con el fin de obtener estadísticas y reportes de la información procesada. Por otra parte, esta opción de nube permite que los datos de los sensores puedan ser enviados desde diferentes tarjetas de hardware, tales como: Arduino[6] , Raspberry Pi, BeagleBone Black y HW [5]; ofreciendo

importantes ventajas y oportunidad de aprovechamiento de los recursos utilizados.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acorde a lo anterior, se logró el diseño de un dispositivo IoT para acuarios caseros, que permite la medición del nivel del agua, la temperatura y monitoreo de estas variables por medio de la nube IoT ThingSpeak, en esta sección se detallarán algunos elementos del proceso realizado.

A. Descripción montaje prototipo

Como se mencionó en la selección de hardware del prototipo, el dispositivo desarrollado trabaja con una tarjeta Arduino UNO, a la cual se conectan los sensores de nivel del agua (GAOHOU) y de temperatura (Ds18b20). También se dispuso de un componente Shield de Arduino, para que la tarjeta se conecte a una red WIFI, envíe los datos capturados por los sensores a la nube ThingSpeak, aplicación que monitorizará en tiempo real, generando alertas y reportes del comportamiento del acuario.

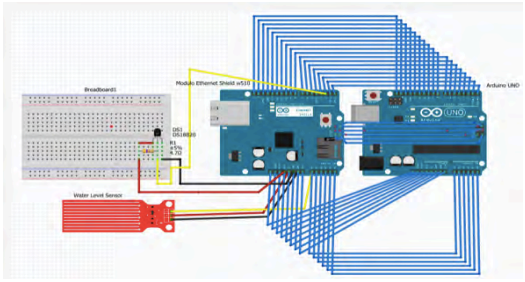


Figura 1 Diseño dispositivo IoT Acuario

En la figura 1, se puede observar el diseño de interconexión del dispositivo IoT para acuarios caseros. El prototipo en su fase de pruebas funcionó con alimentación eléctrica brindada por un computador, mediante el puerto USB, pero en la fase de implementación el diseño involucrará una batería o pila de alimentación eléctrica, esto con el fin de hacer el prototipo portable y fácil de instalar en los acuarios.

B. Funcionamiento del dispositivo en el acuario

El dispositivo actúa en un extremo del acuario sumergidos en el agua los sensores de nivel de agua y temperatura, con el fin de enviar periódicamente los reportes a la nube configurada, del estado de dichas variables en la pecera. El sensor de temperatura Ds18b20, utiliza el gnd, digital 2 y pin 3.3v de la tarjeta Arduino para enviar los datos, mientras que el sensor de nivel de agua utiliza el gnd, pin 5v y pin analógico A0. Cuando el tiempo programado en la tarjeta se ha cumplido, los sensores envían los datos mediante la red WiFi a ThingSpeak, donde previamente se configuró una cuenta para el dispositivo en funcionamiento. Este proceso se realiza acorde a los tiempos que el usuario desee se capturen los datos y también acorde a la duración de la batería que hace parte del dispositivo. Cuando la variable de temperatura o la de nivel del agua están por fuera de los parámetros establecidos por el usuario se genera una alerta o un reporte de atención en la nube ThingSpeak, que el usuario debe atender para evitar alguna anomalía en el funcionamiento de su acuario.

En el siguiente enlace se puede observar el prototipo y su montaje: https://www.youtube

C. Reportes y alertas en ThingSpeak

Mediante esta plataforma se puede observar el comportamiento del acuario de manera remota, para ello, como se mencionó anteriormente se creó una cuenta y se asociaron los sensores del dispositivo. ThingSpeak permite visualizar los datos en tiempo real mediante imágenes que muestran los datos de los sensores configurados, en la figura 2 se puede apreciar un reporte que genera esta aplicación.

En la figura 2, Se puede notar que el sensor de temperatura incrementa a razón del tiempo, puesto que para la práctica se tenía el agua con hielo para visualizar el funcionamiento de dicho sensor, a medida que el agua se pone a temperatura ambiente el sensor sube el nivel de la temperatura.



Figura 2 Funcionamiento ThingSpeak

Por otra parte, para el sensor de nivel del agua, se configuró un límite máximo de agua, se inició con el llenado y cuando el tanque llegó a limite deseado se generó la alerta correspondiente.

Los reportes y monitoreo continuo de las variables seleccionadas en el diseño del dispositivo IoT, permiten estar al tanto de lo que sucede en el acuario, preservando la vida de los peces y un buen ambiente para los mismos.

III. CONCLUSIONES

A partir del diseño del prototipo se observó que la integración entre componentes de hardware, con servicios Web son la base fundamental en el principio de soluciones IoT. Por otra parte, los datos suministrados desde un dispositivo IoT propenden por soluciones dinámicas, debido a que el propósito de estos datos no es generar información estática, sino que pueda implementarse en procesos de Business Intelligence o BIgData.

En la construcción de una solución IoT, acorde con la experiencia realizada se recomienda partir de diseños e implementaciones con simuladores, con el fin de comprender y probar la solución propuesta, para luego poder llevar la misma a una implementación final con el hardware y software seleccionado y evitar errores en el montaje.

IoT es una tecnología que está creciendo exponencialmente, siendo una tendencia de muchas aplicaciones y usos actualmente, augurando mucha utilidad y soluciones para las personas.

La implementación de sistemas IoT en acuarios permite que las condiciones de los mismos, influyan de manera positiva en los seres que las habitan, permitiendo que puedan estar al día, evitando cambios que podrían llevar a grandes problemas como daños o perdida de peces.

REFERENCIAS

[1] D. Andrés y A. Obregón, "Calidad del agua y mantenimiento de acuarios", *REDVET. Rev. Electrónica Vet.*, vol. VI, núm. 8, pp. 1–11, 2005.

[2] "Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi". https://www.raspberrypi.org/ (consultado abr. 12, 2021).

[3] "Arduino - HomePage". https://www.arduino.cc/en/IoT/HomePage (consultado abr. 12, 2021).

[4] S. Roatta, G. Minnucci, G. Gennai, y S. Geninatti, "Kit didactico para la enseñanza de sistemas embebidos".

[5] S. M. Casco, "Raspberry Pi, Arduino y Beaglebone Black Comparación y Aplicaciones", p. 17, 2014, [En línea]. Disponible en: http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/MiniPCs.pdf.

[6] F. A. P. Guerrero1, G. P. Ramos2, y D. L. Leyva, "¿ ARDUINO , PLATAFORMA DE DESARROLLO DE APLICACIONES", *Rev. Electrónica ANFEI Digit.*, vol. 5, pp. 1–9, 2016.

[7] F. J. Jiménez, F. R. Lara, y M. D. Redel, "API for communication between Labview and Arduino UNO", *IEEE Lat. Am. Trans. Lat. Am. Trans. IEEE (Revista IEEE Am. Lat. IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 12, núm. 6, pp. 971–976, sep. 2014, doi: 10.1109/TLA.2014.6893988.

[8] "IoT en ALC 2019: Tomando el pulso al Internet de las Cosas en América Latina y el Caribe", 2019. https://publications.iadb.org/es/iot-en-alc-2019-tomando-el-pulso-al-internet-de-las-cosas-en-america-latina-y-el-caribe (consultado mar. 29, 2021).

[9] S. Tortajada Gil, "Desarrollo y puesta en marcha de servicios web para la gestión de la información de dispositivos con arquitectura IoT". Universitat Politècnica de València, Spain, Europe, ene. 01, 2019, [En línea]. Disponible en: https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.B9F8CA42&lang=es&site=eds-live&scope=site.

[10] K. Nam, Kim, H. Suk, Kim, D. Jin, y Koh, "Samsung Introduces New ARTIK™ Secure IoT Modules and Security Services to Deliver Comprehensive Device-to-Cloud Protection for IoT – Samsung Global Newsroom", *comunicado de prensa*, 2017. https://news.samsung.com/global/samsung-introduces-new-artik-secure-iot-modules-and-security-services-to-deliver-comprehensive-device-to-cloud-protection-for-iot (consultado abr. 12, 2021).

[11] "Home". https://arest.io/ (consultado abr. 12, 2021).

[12] "Thinger.io – Open Source IoT Platform". https://thinger.io/ (consultado abr. 12, 2021).

[13] "IoT Analytics - ThingSpeak Internet de las cosas". https://thingspeak.com/ (consultado jul. 09, 2021).

[14] "MATLAB - El lenguaje del cálculo técnico - MATLAB & Simulink". https://es.mathworks.com/products/matlab.html (consultado abr. 12, 2021).

Modelo de inteligencia artificial como apoyo diagnóstico para la estimación de riesgo cardiovascular en pacientes atendidos bajo la modalidad de telemedicina en una IPS del departamento de Sucre 2021

Luis Alfonso Florez Prias
Ciencias Básicas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Luis.florez@unad.edu.co

Fernando Luis Carrascal Porras
Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Fernando.carrascal@unad.edu.co

Resumen – Las enfermedades cardiovasculares (ECV) junto con el cáncer, la diabetes y las enfermedades pulmonares crónicas, se identifican en su conjunto como enfermedades no trasmisibles (ENT), las cuales han mostrado un rápido aumento; dentro de ellas las ECV representan la principal causa de muerte en Colombia y el mundo.

El presente proyecto busca mediante un estudio experimental la incorporación de Inteligencia Artificial como apoyo diagnostico en el proceso de atención a pacientes con riesgo cardiovascular. Para lo cual se aprovecharan los datos obtenidos de pacientes atendidos durante el 2018 y 2019 por una IPS del departamento de Sucre.

El concepto de inteligencia artificial no es nuevo, este ha venido evolucionando desde la segunda mitad del siglo XX pero fue hasta la primera década del presente siglo que tuvo su auge en cuanto a aplicaciones en el sector salud en donde se ha observado su gran relevancia

Entre las variables a monitorear se encuentran edad, sexo, peso, talla, Índice de masa corporal, presión arterial, presencia de diabetes, dislipidemias, entre otras.

Bajo el concepto de Machine Learning, se desarrollará un algoritmo inteligente con la habilidad de aprender sin ser explícitamente programado que permita evaluar los riesgos potenciales del individuo y así, asistir virtualmente al personal médico en las acciones de promoción, prevención y diagnóstico de manera minuciosa y precisa para la modalidad de atención en telemedicina.

Palabras clave— Cardiovascular, enfermedades crónicas, inteligencia artificial, Machine Learning, innovación.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo de inteligencia artificial para el apoyo diagnostico a pacientes con riesgo cardiovascular se diseñará a partir de un algoritmos de aprendizaje supervisado que utiliza la probabilidad para hacer el análisis predictivo basado en el teorema de Bayes, denominado clasificador Ingenuo Bayesiano.

El presente estudio es de tipo correlacional retrospectivo, el cual asume en primera instancia la conformación de la base de datos y la categorización de las variables, la cual se realizará a partir de las historias clínicas de los pacientes de

una IPS del departamento de Sucre, donde su seguimiento clínico aporte las variables que nos permita la identificación oportuna de riesgo cardiovascular entre las edades más propensas a padecer la enfermedad. Seguidamente se realiza el pre-procesamiento de la información para obtener una base de datos consolidada y ajustada a nuestro problema.

Población: Base de datos de las Historias Clínicas de los pacientes ambulatorios atendidos en una Institución Prestadora de Servicios de Salud centro de referencia del departamento de Sucre.

Muestra: En la presente investigación se tomarán dos muestras:

Muestra 1: Base de datos de las Historias Clínicas de los pacientes ambulatorios mayores de 40 años atendidos durante los años 2018 a 2019 en una Institución Prestadora de Servicios de Salud centro de referencia del departamento de Sucre, que tengan por lo menos un riesgo cardiovascular asociado.

Esta muestra se empleará para el entrenamiento del modelo predictivo de Inteligencia Artificial.

Muestra 2: Base de datos de las historias clínicas de pacientes ambulatorios mayores de 40 años atendidos durante los años 2018 a 2019 en una Institución Prestadora de Servicios de Salud centro de referencia del departamento de Sucre.

Esta muestra se empleará para la validación del modelo predictivo de Inteligencia Artificial desarrollado.

Muestreo: Probabilístico de tipo aleatorio simple para la primera y segunda muestra sobre la base de datos de las historias clínicas de pacientes ambulatorios mayores de 40 años atendidos durante los años 2018 a 2019 en una Institución Prestadora de Servicios de Salud centro de referencia del departamento de Sucre.

Criterios de Inclusión:

• Personas adultas mayores de 40 años atendidos entre el periodo de 2018 y 2019 en una Institución Prestadora de Servicios de Salud centro de referencia del departamento de Sucre.

• Primera muestra: pacientes con riesgos cardiovasculares.

• Segunda muestra: cualquier tipo de paciente con o sin riesgos cardiovasculares.

Criterios de exclusión: Se excluirán a los adultos menores de 40 años.

Para la validación del modelo se tomará la muestra 2, se le alimentará al modelo para su predicción, a su vez se le pasará al médico el cuál aplicará un instrumento previamente diseñado para determinar la clasificación del riesgo cardiovascular asociado a dichos pacientes, con el fin de establecer el intervalo de confianza y la validez del modelo frente a la evaluación realizada por el profesional médico.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se espera a partir de la caracterización de las variables, definir los factores de riesgo de mayor impacto en la incidencia del riesgo cardiovascular en la población de estudio.

Con la selección del modelo predictivo que más se ajusta a las características de la población y los datos de calidad suministrados, se podrá definir una clasificación de riesgo cardiovascular que podrá ser adaptado al servicio de tele monitoreo en prevención primaria y secundaria.

III. CONCLUSIONES

La presente investigación pretende demostrar como la Inteligencia artificial tiene un gran potencial para mejorar el cuidado de pacientes con problemas cardiacos correlacionando las diferentes patologías con las respectivas herramientas de Machine learning, siendo la vertiente de aprendizaje supervisado la más relevante para el desarrollo de la herramienta diagnostico ya que se contará con datos provenientes de una IPS del departamento de Sucre.

REFERENCIAS

Biomédica. (2011). Las enfermedades cardiovasculares: un problema de salud pública y un reto global. Biomédica, 31(4), 469-473. Recuperado el 08 de octubre de 2020, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572011000400001&lng=en&tlng=es.

Ministerio de Salud y Protección Social (2019). Resolución 2459 de 2019:Por la cual se establecen condiciones para la telesalud y parámetros para la práctica de la telemedicina en Colombia. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=40937#:~

DANE., D. A. (2018). Boletín técnico. Estadísticas Vitales - EEVV Año 2016 - 2017pr. Bogotá DC: Instituto Nacional De Salud. Recuperado el 05 de octubre de 2020, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pobla

Gallardo-Zanetta, A. M., Franco-Vivanco, P. V., & Urtubey, X. (2019). Experiencia de pacientes con diabetes e hipertensión que participan en un Programa de Telemonitoreo en Chile. CES Medicina, 33(1), 31-41.

Gobernación de Sucre. (2020). Plan departamental de desarrollo de sucre 2020 – 2023 "sucre diferente". Sincelejo: Gobernación de Sucre. Recuperado el 06 de octubre de 2020, de https://sucre.micolombiadigital.gov.co/sites/sucre/content/files/000833/41615_proyecto-de-ordenanza-por-la-cual-

González, A. T., & de los Reyes, V. H. P. Software de aplicación de técnicas de aprendizaje automático para el diagnóstico médico. Recuperado el 06 de octubre de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/283463066_SOFTWARE_DE_APLICACION_DE_TECNICAS_DE_APRENDIZAJE_AUTOMATICO_PARA_EL_DIAGNOSTICO_MEDICO/link/56391aeb08aecf1d92a9bdc3/11.

Lopez-Jaramillo P, L.-L. J. (2020). La realidad del riesgo cardiovascular en Iberoamerica. Rev Esp Cardiol, 73(10), 799–801. Recuperado el 05 de octubre de 2020, de https://doi.org/10.1016/j.rec.2020.02.014

Observatorio Nacional de Salud. (09 de diciembre de 2013). Enfermedad cardiovascular Principal causa de muerte en Colombia. Boletín N°1. Bogotá DC., Bogotá, Colombia. Obtenido de https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Boletines/boletin_web_ONS/boletin1.html

Osorio, C., Mac, J. C., Forero, L. P., Mart, I., Camacho, H. M., & Llamas, R. V. (2013). Telemedicina aplicada a la valoración del riesgo cardiovascular: experiencia en el Hospital María Angelines de Puerto Leguízamo, Putumayo. Ciencia e innovación en salud.

Organización Mundial de la Salud. (17 de 05 de 2017). Enfermedades cardiovasculares. Ginebra, Ginebra, Suiza. Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)#:~:text=Los%20ataques%20card%C3%ADacos%20y%20accidentes,la%20diabetes%20y%20la%2

Organización Mundial de la Salud. (2017). Enfermedades Cardiovasculares. Obtenido de https://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/es/#:~:text=Las%20enfermedades%20cardiovasculares%20son%20un,coronaria%20(infarto%20de%20miocardio)%3B

Patiño-Villada F, A.-V. E.-V.-S. (2017). Factores de riesgo cardiovascular en una población urbana de Colombia. Rev. salud pública, 13(3), 433-445. Recuperado el 05 de octubre de 2020, de https://www.scielosp.org/pdf/

Poplin, R., Varadarajan, A. V., Blumer, K., Liu, Y., McConnell, M. V., Corrado, G. S., ... & Webster, D. R. (2018). Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning. Nature Biomedical Engineering, 2(3), 158.

Yusuf S, J. P. (2019). Modifiable risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 155 722 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): a prospective cohort study. Lancet. Recuperado el 05 de octubre de 2020, de http://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32008-2

Al-Singary, W., Patel, R., Obi-Njoku, O., & Patel, H. (2020). The UroLift® System for lower urinary tract obstruction: patient selection for optimum clinical outcome. Minimally invasive therapy & allied technologies : MITAT : official journal of the Society for Minimally Invasive Therapy, 1–6. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/13645706.2020.1816554

Mathur, P., Srivastava, S., Xu, X., & Mehta, J. (2020). Artificial Intelligence, Machine Learning, and Cardiovascular Disease. In Clinical Medicine Insights: Cardiology (14th ed., pp. https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1179546820927404#). Arkansas: SAGE.

Seetharam, Karthik; Shrestha, Sirish; Sengupta, Partho P. (2019). Artificial Intelligence in Cardiovascular Medicine. Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine, 21(6), 25–. doi:10.1007/s11936-019-0728-1

Miranda, E., Irwansyah, E., Amelga, A., Maribondang, M., & Salim, M. (2016). Detection of Cardiovascular Disease Risk's Level for Adults Using Naive Bayes Classifier. Healthcare Informatics Research, 22(3), 196. doi: 10.4258/hir.2016.22.3.196

N. G. B. Amma, "Cardiovascular disease prediction system using genetic algorithm and neural network," 2012 International Conference on Computing, Communication and Applications, 2012, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCCA.2012.6179185.

Diseño e Implementación de herramienta robótica Inteligente para robots de servicios e industria 4.0

Mario Ricardo Arbulú Saavedra
Ingeniería Electrónica
UNAD, Colombia
pinzamario.arbulu@unad.edu.co

Manuel Enrique Wagner Mendivelso
Ingeniería Electrónica
UNAD, Colombia
manuel.wagner@unad.edu.co

Nelson Humberto Zambrano
Tecnología en Automatización Industrial
SENA, Colombia
nzambranoc@sena.edu.co

Orlando Castrillón García
Tecnología en Automatización Industrial
SENA, Colombia
orcastrillong@sena.edu.co

Resumen - Este documento presenta el avance en el trabajo de investigación, en su segunda fase, denominado "Diseño e Implementación de herramienta robótica Inteligente para robots de servicios e industria 4.0", cuyo objetivo es implementar la manipulación inteligente de objetos con robots seriales. El trabajo consiste en el diseño de un efector final, tipo pinza de tres dedos, para un robot manipulador y la revisión de algunos algoritmos de inteligencia artificial que permitan movimientos autónomos.

Palabras clave— Manipulación inteligente, inteligencia artificial, Machine learning, Deep learning, efector final.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a que se abordará la solución del problema de manipulación flexible inteligente y visual asistida por parte de robots manipuladores, se dividirá la solución en 4 sub-problemas, a modo de reducir la complejidad de la solución global.

El estudio se subdivide en:

1. Evaluación y aplicación de algoritmos de inteligencia artificial, aplicados a manipulación de objetos con robots industriales.
2. Diseño, montaje y puesta en marcha herramienta robótica de 3 dedos
3. Aplicación de algoritmos de inteligencia artificial para manipulación de objetos con herramienta robótica diseñada.
4. Integración herramienta robótica a robot industrial, con visión artificial e inteligencia artificial para tareas de manipulación inteligente en la industria 4.0.

A continuación, se relacionan los elementos teóricos que se emplean en el proyecto:

Se evalúan técnicas como *Machine Learning, Depth Learning* y *Reinforcement Learning*, con el objetivo de conseguir que el robot aprenda a manipular objetos de manera autónoma, luego de diversos entrenamientos de distintas configuraciones (Ilustración 1). Se generarán políticas de generación de movimiento a nivel de posición y fuerza[1].

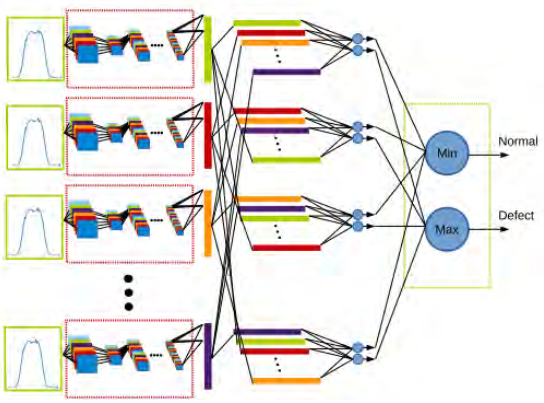


Ilustración 1. Modelo de red de aprendizaje inteligente

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diseño de la herramienta robótica de 3 dedos

Se parte de la premisa de definir especificaciones electromecánicas, para hacer la tarea de agarrar objetos con geometría de sección triangular.

Las restricciones son:

- Sección triangular
- Fricción variable según arista
- Presión de agarre regulable
- Objetos de 400 gramos
- Mecanismo paralelo para falanges
- Tres dedos
- Acople a robot manipulador de laboratorio ScorBot ER 4U
- Integración con inteligencia artificial

Establecidas las restricciones de diseño, se procede a selección de cadena cinemática más adecuada para correcto modelado de movimiento. Luego de esto, se procede al diseño estructural y estimación de pesos e inercias según materiales seleccionados, para desarrollar modelo dinámico empleando la teoría de screws, según se explica a continuación (Fig. 2).

Para proceder a mover el robot, se transforma el movimiento cartesiano, creado en la planificación de movimiento, a movimiento articular del robot; dado que tiene articulaciones rotatorias; para lo cual se desarrollan los modelos cinemático y dinámico del mismo (Figura 1.). Se emplea la teoría de “Screws” que permite simplificar el análisis, singularidades, cálculos de jacobiano sin derivar; en este caso modelamos la cadena cinemática, con un sistema de Base y otro de la Herramienta, y vectores de dirección en cada articulación del robot.[2]

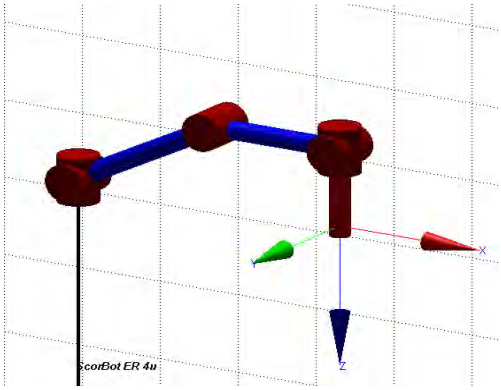


Ilustración 2. Modelo cinemático de ScorBot ER 4u

Con estos vectores de dirección y la posición de los ejes, se crean los “twists”, que permiten aplicar sucesivas transformaciones de rotación y traslación a la configuración inicial del robot. Quedando concatenada la cadena cinemática como muestra la ecuación siguiente, que muestra la cinemática directa:

$$g_{st}(\theta) = e^{\widehat{\xi}_1\theta_1} e^{\widehat{\xi}_2\theta_2} \cdots e^{\widehat{\xi}_n\theta_n} g_{st}(0) \quad (1)$$

$\widehat{\varepsilon_i}$: Twist de articulación i-ésima

θ_i: Angulo de rotación de articulación i-ésima

$g_{st}(\theta)$: Configuración deseada de herramienta

$g_{st}(0)$: Configuración inicial de herramienta

$e^{\widehat{\varepsilon_i}\theta_i}$: Matriz exponencial

Donde la matriz exponencial se detalla a continuación:

$$e^{\widehat{\xi}\theta} = \begin{bmatrix} e^{\widehat{\omega}\theta} & (I - e^{\widehat{\omega}\theta})(\omega \times v) + \omega\omega^T v\theta \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(2)

Para la cinemática inversa, se emplean los subproblemas de Paden-Kahan[3], que permiten resolver de manera analítica y cerrada la rotación de las articulaciones del robot, para una configuración de la herramienta determinada.

Se describen a continuación los Subproblemas de Paden-Kahan.

Subproblema 1: Rotación en torno a un eje simple

Dados el “twist” $\mathcal{E}$ sin rotación pitch con magnitud unitaria, y p, q dos puntos. Calcular θ que satisfaga (Ilustración 3):

$$e^{\hat{\xi}\theta}p = q \tag{3}$$

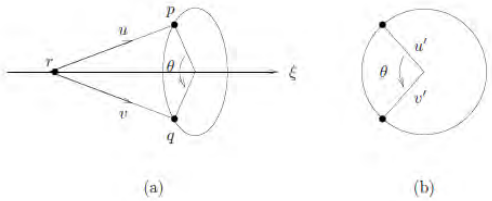


Ilustración 3. Sub problema Paden-Kahan 1

$$\theta = \text{atan2}(\omega^T(u' \times v'), u'^T v') \tag{4}$$

Subproblema 2: Rotación en torno a dos ejes sucesivos

Dados los “twists” $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$ sin rotación pitch, de magnitudes unitarias cuyas direcciones se interceptan, y los puntos p, q. Calcular θ_1 y θ_2 tal que (Ilustración 4.):

$$e^{\hat{\xi}_1\theta_1}e^{\hat{\xi}_2\theta_2}p = q \tag{5}$$

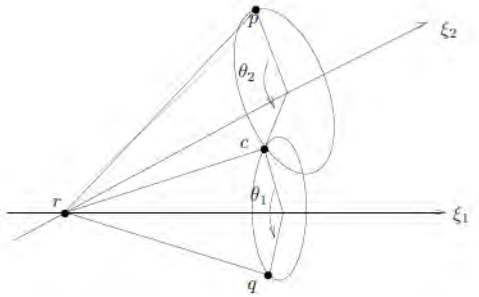


Ilustración 4. Sub problema Paden-Kahan 2

$$e^{\hat{\xi}_2\theta_2}p = c = e^{-\hat{\xi}_1\theta_1}q \tag{6}$$

Subproblema 3. Rotación hasta una distancia determinada

Dados el “twist” $\mathcal{E}$ sin rotación pitch, de magnitud unitaria, y los puntos p, q; y δ un número positivo que representa una distancia. Calcular θ tal que (Ilustración 5.):

$$\|q - e^{\hat{\xi}\theta}p\| = \delta \tag{7}$$

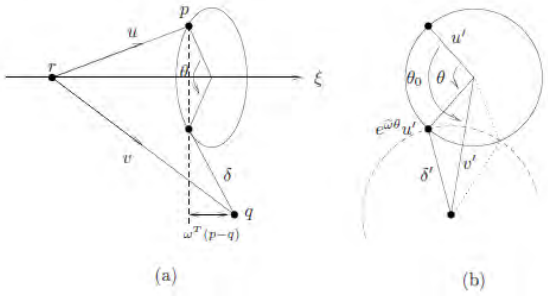


Ilustración 5. Sub problema Paden-Kahan 3

$$\theta = \theta_0 \pm \cos^{-1}\left(\frac{\|u'\|^2 + \|v'\|^2 - \delta'^2}{2\|u'\|\|v'\|}\right) \tag{8}$$

Para el modelo dinámico, se emplea la notación del Lagrangiano, y con esto se desarrolla la dinámica inversa, es decir, los torques de cada articulación en función de la posición, velocidad y aceleración angular de cada articulación del robot, y permite desarrollar un control más preciso del movimiento del robot, que tiene en cuenta la masa e inercia del robot.

$$L(q, \dot{q}) = T(q, \dot{q}) - V(q) \tag{9}$$

$$L(\theta, \dot{\theta}) = \frac{1}{2}\sum_{i,j=1}^{n} M_{ij}(\theta)\dot{\theta}_i\dot{\theta}_j - V(\theta) \tag{10}$$

$$\sum_{j=1}^{n} M_{ij}(\theta)\ddot{\theta}_j + \sum_{j,k=1}^{n}\left(\frac{\partial M_{ij}}{\partial \theta_k}\dot{\theta}_j\dot{\theta}_k - \frac{1}{2}\frac{\partial M_{kj}}{\partial \theta_i}\dot{\theta}_k\dot{\theta}_j\right) + \frac{\partial V}{\partial \theta_i}(\theta) = \Upsilon_i \quad (11)$$

$$\boxed{M(\theta)\ddot{\theta} + C(\theta,\dot{\theta})\dot{\theta} + N(\theta,\dot{\theta}) = \tau} \quad (12)$$

Evaluación de algoritmos de inteligencia artificial.

Se aplican técnicas de inteligencia artificial de manera que la herramienta diseñada es capaz de decidir la mejor forma de agarrar objetos de diferentes geometrías para su posterior traslado, por ejemplo, con sección triangular, (Ilustración 6).

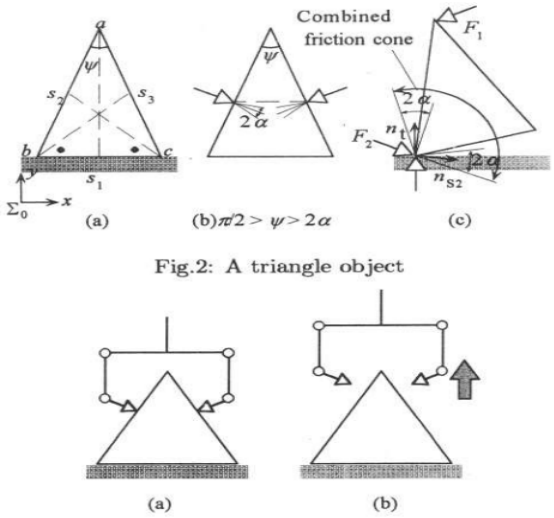


Fig.2: A triangle object

Ilustración 6. Analizando mejor forma de agarre de objeto de sección triangular. (Kaneko, M. et. al 1998)

El sistema implementado se muestra en la **Ilustración 7**. Y cuenta con diversas capas de operación: Inteligencia artificial, Visión artificial, manipulación. [4]

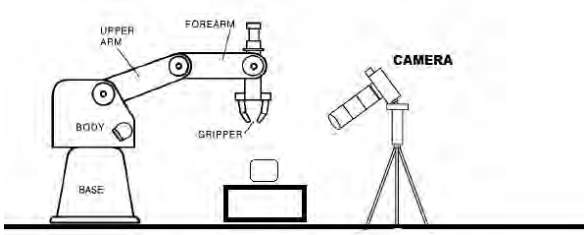


Ilustración 7. Manipulación asistida por cámara

La localización del objeto se realiza desde una cámara exterior al robot manipulador. Una vez identificado, se procede a hallar su centroide. Posteriormente, localizado el objeto, se generará una trayectoria cartesiana para que la herramienta del manipulador, se aproxime al objeto y lo agarre de manera autónoma. Esta trayectoria, debe cumplir con las siguientes restricciones:

- Debe contener 4 partes: aproximación, agarrar objeto, desplazamiento de objeto a posición requerida, dejar objeto en posición requerida, retorno a posición de reposo
- Continua
- Libre de colisiones externas e internas
- Velocidad aceptable

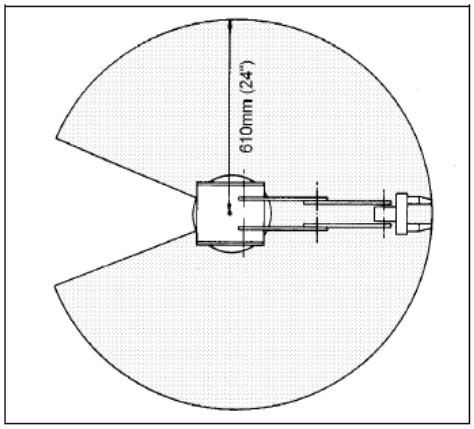


Ilustración 8. Espacio de trabajo de Robot manipulador

Para planear la trayectoria de movimiento del robot, se tiene en cuenta que siempre esté dentro del espacio de trabajo del robot (Ilustración 8.), que lo encontramos en las especificaciones técnicas del mismo.

Empleando como entrada la referencia de posición del objeto a manipular, se planifica la trayectoria cartesiana hasta este objeto, libre de obstáculos, empleando algoritmos de planificación de movimiento con la estrategia RRT (Randomly exploring Random Tree), que permite rápidamente obtener una trayectoria de la herramienta del robot [5].

Evaluación de algoritmos de inteligencia artificial, empleando Machine Learning (ML).

En esta etapa, se revisan algoritmos de ML que emplearemos para la tarea global de manipulación inteligente. Con esto, se consigue que el manipulador desarrolle tareas sin ser programadas, en este caso, la tarea de manipulación de objetos. Aplicaciones son desarrolladas por N. Bredeche, [6], E. Moreira,[7].

En la primera, se hace una revisión del aprendizaje con percepción visual, y se aplican a navegación de robots. Se aborda el problema inspirándose en los mecanismos biológicos de aprendizaje por percepción, que se pueden emplear para construir operadores eficientes de bajo nivel que se relacionan con datos del mundo real. La aplicación se emplea para aprender cómo identificar objetos en el entorno del robot (Ilustración 9).

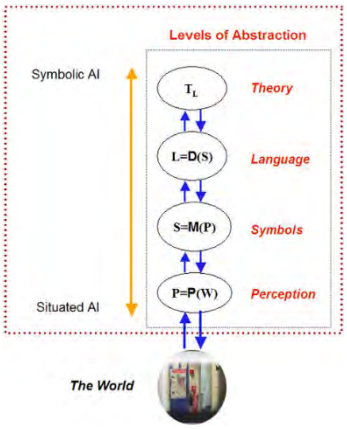


Ilustración 9. Modelo KRA (Representación de conocimiento por Abstracción)

En la segunda, se desarrolla una arquitectura para evaluar operaciones de agarre de robots manipuladores, ejecutadas por robots industriales. Se emplean en cascada los algoritmos de ML: kNN y SVM, los cuales emplean información de los sensores de fuerza de 6 ejes situados en la herramienta de agarre.

La capa de visión artificial, basada en Filtro de Sobel, detección de bordes y dilatación, ha sido probada en los resultados previos de investigación [8], que permite detectar la posición y orientación de distintos objetos, como se muestra en la Ilustración 10.

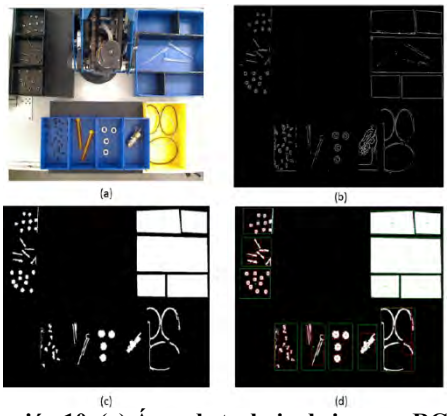


Ilustración 10. (a) Área de trabajo de imagen RGB, (b) Imagen obtenida con Filtro de Sobel, c) Relleno de agujeros y dilatación, d) Objetos etiquetados y ubicación de centroides.

En esta nueva etapa de investigación, se han probado algoritmos de machine learning para la identificación de objetos dentro de un espacio de trabajo. Las figuras seleccionadas han sido arandelas (Ilustración 11), tornillos y motores DC, elementos de pequeño tamaño, similares a los empleados en las pruebas de la etapa inicial, que serían manipulados por la herramienta de 3 dedos (Ilustración 12).



Ilustración 11. Imagen de una arandela, de la cual se extrajeron sus características

Para un conjunto de imágenes de arandelas se han obtenido un total de 6 967 296 características.

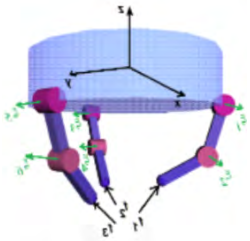


Ilustración 12. Herramienta de tres dedos propuesta para ajuntarla al efector final del robot manipulador

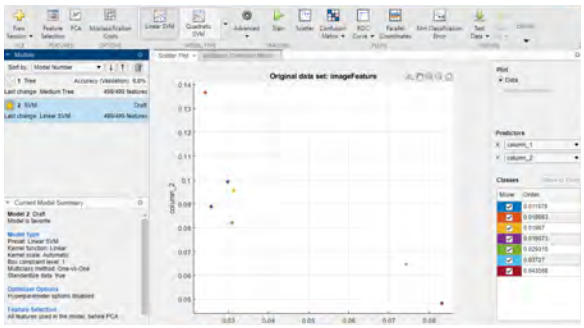


Ilustración 13. Modelado en Support Vector Machine (SVM)

El algoritmo que mejor responde a la identificación del objeto es el de Support Vector Machine (SVM), aunque tan solo se obtuvo 33% de precisión en el modelo, por lo que no es la mejor opción para la identificación de los objetos, tal como se evidencia en la curva ROC (Ilustración 13, 14).

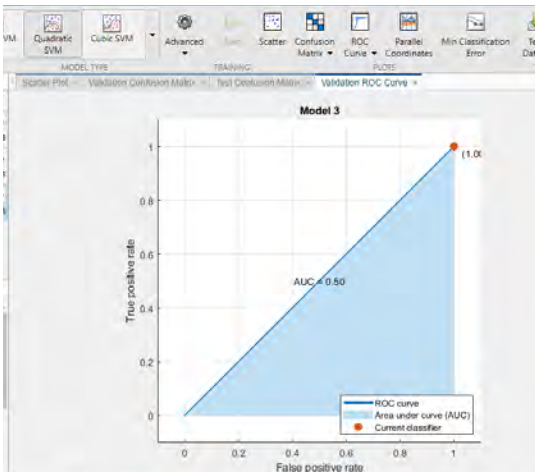


Ilustración 14. Curva ROC del modelo Support Vector Machine (SVM)

III. CONCLUSIONES

La identificación de objetos dentro de un espacio de trabajo se logra de mejor forma, mediante la utilización de modelos de Deep learning.

REFERENCIAS

[1] Francisco Algaba de la Vieja, “Coordinación entre brazo robótico y cámara usando Deep Reinforcement Learning,” Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2017.

[2] M. Cardona, “Análisis Cinemático del Robot RV-3SB de Mitsubishi Utilizando la Teoría de Screws,” pp. 1–8, 2013.

[3] E. Martinez-Berti, A. J. Sánchez-Salmerón, and C. Ricolfe-Viala, “Dual quaternions as constraints in 4d-dpm models for pose estimation,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 17, no. 8, 2017, doi: 10.3390/s17081913.

[4] D. De, “Tecnología y Productividad,” vol. 5, no. 5, 2019.

[5] M. F. Faizi, “Planificación De Trayectorias Para El Robot Motoman Usando Tecnología Kinect,” *Robotica*, vol. III, pp. 224–234, 2018.

[6] Louis HuguesNicolás Bredeche, “Simbad: un paquete de simulación de robots autónomos para la educación y la investigación,” 2006.

[7] C. G. P. M. M. P. L. C. C. V. P. Moreira, “SPIDERobot: un sistema de cable-robot para la construcción in situ en arquitectura,” 2016.

[8] K. H. Mario arbulú, Paola Mateus, Manuel Wagner, “Industria 4.0, Enfoque de selección asistida visual inteligente,” 2018.

Análisis de vulnerabilidades en sistemas biométricos dactilares en referencia a los ataques Timing y Hill-Climbing

Carlos Andrés Campos Leguízamo
Especialización en Seguridad Informática
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
carloscl06@gmail.com

Resumen – Por medio del documento realizado, se identificó las características, componentes tecnológicos y soluciones que brindan los sistemas biométricos dactilares en diferentes entornos de negocio. Con lo anterior, se realizó una investigación de las vulnerabilidades respecto a los tipos de ataques Timing y Hill-climbing, considerando indicadores como EER (Coeficiente de eficiencia energética), FAR (False Acceptance Rate) y DET (Detection Error Tradeoff), en referencia a los sistemas NFIS y Match on Card, con base a los parámetros BEAT (Biometrics Evaluation and Testing) y KBOC (Keystroke Biometrics OnGoing Competition).

Por medio de lo desarrollado, se propone parámetros, recomendaciones, metodologías, normativas y estándares que llevan a considerar, junto a la implementación de está tecnología, buenas prácticas, lo anterior, bajo criterios de elección de sistemas considerando pruebas de concepto (PoC). Adicionalmente, se propone controles de mitigación de riesgos posterior a las vulnerabilidades identificadas, las cuales, se logran obtener por resultados con base en desarrollos experimentales ejecutados por autores investigados, que involucraron diferentes escenarios y condiciones.

Palabras clave— biometría estática, vulnerabilidades, estándar, mitigación de riesgos.

I. MÉTODOS

Los sistemas biométricos para el procesamiento de información, realizan conforme su sistema lo siguiente: recolección de datos, transmisión, procesamiento de señal, decisión y almacenamiento. Cada uno de los procesos llevados a cabo y esquematizados (Ver Figura 1), para el tratamiento de la información, involucran una parte del sistema que puede llegar a ser vulnerable y afectada por un atacante.

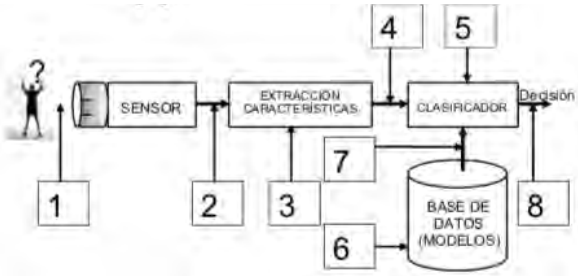


Figura 1. Puntos vulnerables sistema reconocimiento biométrico.

Las principales vulnerabilidades a destacar: en el proceso de transmisión entre el sensor y el extractor de características, se puede presentar ataques de inyección de datos biométricos, almacenados previamente en repositorios remotos que hacen uso de internet; además, el sensor puede presentar vulnerabilidades conforme biometría intrusiva, que consiste en burlar por medio de software e imágenes sintéticas, la identidad de un usuario. En el extractor de

características, un atacante puede vulnerar el sistema para alojar valores escogidos y convenientes, presentándose el escenario en el que se inserta un programa que reemplaza un extractor legítimo. En el proceso de transmisión de las características, se puede presentar un ataque que busca reemplazar las muestras originales por muestras falsas. Por último, en el proceso de decisión, se presentan ataques que omiten todo el sistema biométrico; alli, es posible generar cambios de decisión afectando de manera puntual el resultado, de esta manera, se materializa el riesgo. Un sistema de decisión puede basarse en un relé, que de afectarse, burla todo el proceso realizado con simplemente, por ejemplo, la generación u omision de una tensión eléctrica.

La biometría informática, es considerada actualmente un tema de trascendencia, conforme la existencia y creación de diferentes aplicaciones y estudios de investigación, además de la demanda en el mercado que crece como solución de seguridad a organizaciones en ecosistemas disruptivos. La aplicabilidad de los sistemas biométricos dactilares, involucra diferentes dispositivos en los cuales se genera la toma de muestras dactilares, los casos de uso, entre otros, sector bancario, *retail*, sector transaccional, aplicaciones.

Los ataques de tipo *Hill-climbing*, consisten en generar una modificación sucesiva a un patrón específico de características; las modificaciones involucran una alteración estructurada por un material sintético, lo anterior, con el objetivo de que el sistema acepte dicha solicitud de identificación como válida.

Los ataques *Hill-climbing* pueden presentarse en dos escenarios de acuerdo al objetivo:

1. Como objetivo puede tenerse el canal de comunicación entre el sensor y el módulo de extracción de características.
2. Se puede presentar entre el extractor de características y el comparador.

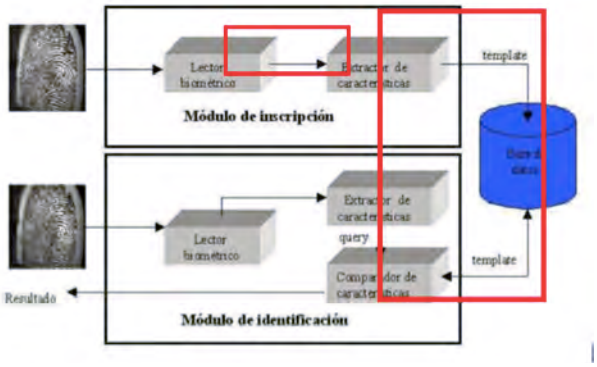


Figura 2. Puntos vulnerables ataque Hill - Climbing sistema reconocimiento biométrico.

Los ataques de tipo Timming-attack, consisten en obtener los tiempos de respuesta del sistema dactilar tanto para patrones de huella legítimos como impostores. Por medio de la experimentación, es posible deducir que existe una relación directa entre tiempo y puntuación, siendo altamente viable un ataque *Hill-climbing,* logrando materializar el riesgo existente en los sistemas afectando la confidencialidad e integridad de la información.

Considerando los tipos de ataques expuestos, se ha establecido un propósito, para el desarrollo de métodos estandarizados de evaluación y pruebas a sistemas biométricos dactilares, lo anterior, con el fin de obtener resultados en referencia a la protección de la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información.

Inicialmente, hablamos de BEAT (Biometrics Evaluation and Testing), que es considerada una guía de evaluación de diferentes componentes y en general, de sistemas biométricos de acuerdo a criterios comunes establecidos. Proporciona cinco aspectos en los cuales, se establece el proceso de evaluación para los sistemas biométricos, estos a continuación dados a conocer:

1. Evaluación objetivo de seguridad y perfil de protección aplicado: para dar inicio a un proceso de evaluación, se consideran aspectos en cuanto a delimitación del TOE (Target of evaluation), el entorno de trabajo del sistema y su contexto, como también el reconocimiento de los estándares relacionados a los sistemas biométricos.

2. Como segundo aspecto de evaluación, se presenta los requisitos de desarrollo, proporcionando como referencia el tomar funcionalidades de los sistemas biométricos por medio de subsistemas y módulos.

3. Tercer aspecto de evaluación, los repositorios y documentación, que permiten establecer una preparación propia para la evaluación TOE, reconociendo las funcionalidades específicas del sistema biométrico a evaluar, definiendo requisitos para su uso, conforme los roles establecidos y el entorno de aplicabilidad.

4. Un aspecto adicional que comprende la evaluación sobre el sistema biométrico TOE, corresponde a la verificación del ciclo de vida, el cual involucra criterios de disciplina y control, para con los diferentes procesos de afinamiento en referencia a los criterios a evaluar, permitiendo reconocer, entre otros aspectos, aquellos propios de ciberataques y su detección por medio de mecanismos de relación por firmas.

5. Como quinto aspecto a evaluar, se involucra todo lo referente a los test de verificación y pruebas de concepto POC, estableciendo criterios comunes que involucran características intrínsecas. Como aspecto particular de sus características, se hace hincapié a que los sistemas biométricos son probabilísticos, relacionados con tasas de error asociadas a su funcionamiento. Estas tasas de error, se consideran un aspecto importante, dado que garantizan un desarrollo de los sistemas con el objetivo de contar con un funcionamiento predecible.

Otro método de evaluación por su parte, es KBOC (Keystroke Biometrics OnGoing Competition), que permite establecer la autenticación de personas por medio de la biometría de pulsación de teclas. Este tipo de competencia ha sido desarrollado tomando como referencia el marco de evaluación BEAT, mencionado con anterioridad, involucrando un *benchmark* que contiene registros de pulsaciones de teclas de gran tamaño tanto para usuarios legítimos como para impostores.

Keystroke Biometrics OnGoing Competition ha sido un referente de evaluación biométrica dinámica, esto es demostrado por investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid, quienes tomaron como referencia secuencias de pulsaciones de teclas de usuarios, obteniendo resultados que arrojan variables como el EER (Equal Error Rate) predescibles ante diferentes tipos de comportamiento, y esto, articulándolo ante modelos de evaluación como BEAT.

Los sistemas biométricos dactilares, deben ser verificados, analizados y puestos a prueba por medio de pruebas de concepto POC, estándares, recomendaciones, entre otros. Los anteriores procesos, deben considerarse imprescinbibles, pues en escenarios de acceso a sistemas de información que implican un grado de criticidad a nivel gobierno, sector privado y en las personas naturales, cualquier tipo de error o ataque informático, como los descritos en el presente documento, pueden materializar riesgos catastróficos generando afectaciones incalculables.

En referencia a disposiciones normativas, que buscan establecer responsabilidades y compromisos para con aspectos directamente relacionados con la protección de datos, y con ello, que se encuentran directamente relacionados con el uso e implementación de sistemas biométricos dactilares, como referentes de carácter internacional, se tiene la Ley de Protección de Datos Francesa del año 1978 titulada “Ley de Tecnología de la Información, Archivos y Libertades Civiles” , que establece requisitos particulares en el tratamiento de los datos biométricos; así mismo, el Convenio para la protección de las personas con respecto al tratamiento automatizado de los datos personales, del año 1981, la Directiva Europea sobre la protección de las personas con respecto al tratamiento de los datos personales y la libre circulación de estos, del año 1995, la Resolución de las Naciones Unidas del 14 de diciembre de 1990, y por último, el proyecto Reglamento General de Protección de Datos, adoptado por el Parlamento Europeo.

Igualmente a resaltar, estándares de la ISO (International Organization for Standardization), generados por diferentes subcomités, entre ellos:

- Sub-Comité 17 (SC17), en el cual se involucra marcos de trabajo enfocados en tarjetas de identificación, involucrando tecnologías biométricas en diferentes sectores: bancarios, comercio, telecomunicaciones y transporte.
- Subcomité 27 (SC27), en el cual se abordan temas relacionados con técnicas de seguridad TI, que establecen objetivos principalmente en la protección de plantillas biométricas, seguridad de algoritmos y marcos de evaluación de seguridad.
- Sub-Comité 37 (SC37), en el cual se establece la importancia de la implementación de técnicas que busquen disminuir los riesgos con base en la autenticación del usuario.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Además de los tipos de biometría existentes, existen coeficientes con el fin de generar procesos de evaluación (Ver Figura 3): FNMR (*False Non-Match Rate*), FMR (*False Match Rate*), FRR (*False Reject Rate*), FAR (*False Accept Rate*), EER (*Error Equal Rate*).

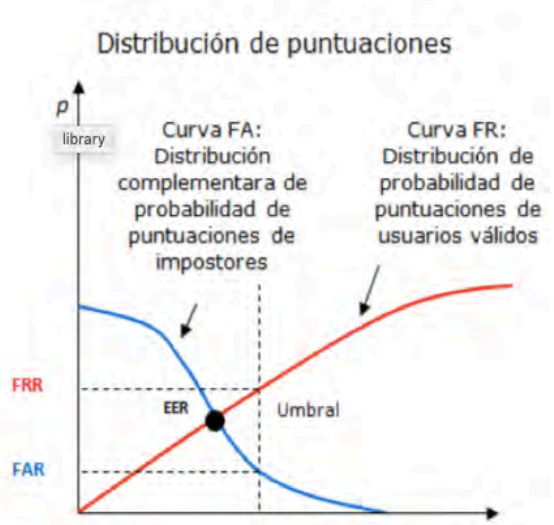


Figura 3. Puntos vulnerables ataque Hill - Climbing sistema reconocimiento biométrico.

La investigación realizada, permite generar diferentes procesos experimentales en dos sistemas de referencia: NFIS de la NIST, cuyo sistema de biometría dactilar esta alineado al sistema estándar, y por su parte, el sistema Match-On-Card, usualmente aplicado en plásticos de tarjetas de crédito que por medio de un chip, guardan información dactilar.

Los procesos experimentrales permiten reconocer el nivel de coincidencia conforme la puntuación de identidad y el tiempo de respuesta del sistema. Es posible identificar que para puntuaciones altas (línea color naranja), el sistema NFIS no tiene una respuesta predecible, por el contrario, para puntuaciones de identidad pequeñas (línea color negro), el sistema da a conocer una respuesta predecible (Ver Figura 4.)

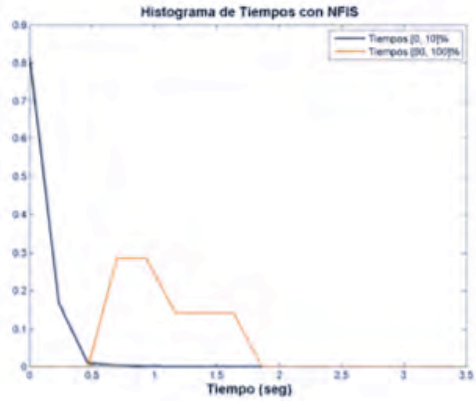


Figura 4. Evaluación experimental Timing Attack NFIS.

Por su parte, en el sistema MoC es posible identificar que para puntuaciones altas (línea color naranja), el sistema tiene una respuesta predecible, por el contrario, para puntuaciones de identidad pequeñas (línea color negro), el sistema no da a conocer una respuesta predecible (Ver Figura 5.)

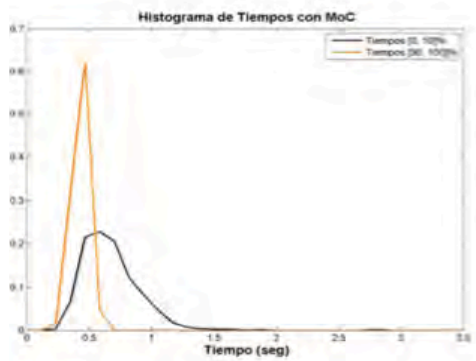


Figura 5. Evaluación experimental Timing Attack MoC.

En referencia al tipo de ataque Hill-Climbing, se toma como referencia nuevamente los sitemas NFIS y MoC. Conforme indicadores como el falso rechazo (FR) y la falsa aceptación (FA), es posible observar (Ver Figura 6), que para el sistema NIST a menor puntuación con referente de 40 (comportamiento intrusivo) crece el porcentaje de error, es decir, con un puntaje en este rango crece la posibilidad de aceptar un usuario intrusivo, mientras que para un falso rechazo, crece el margen de error para puntuaciones mayores a 40, reflejando que la probabilidad de rechazar un usuario legítimo crece. Para con el sistema MoC (Ver Figura 7), igualmente se tiene un umbral de decisión menor a 40 que refleja el comportamiento de un impostor, mayor a este de un usuario legítimo, resultados similares al sistema NIST, no obstante, con un porcentaje de error mayor.

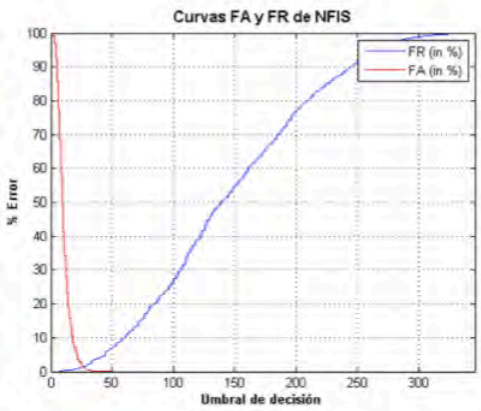


Figura 6. Evaluación experimental Hill Climbing NFIS.

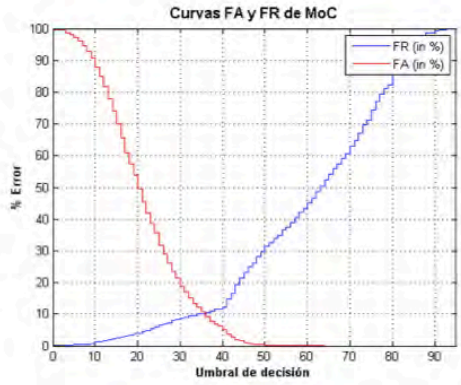


Figura 7. Evaluación experimental Hill Climbing MoC.

De acuerdo a los valores analizados con anterioridad, se realiza una evaluación de los sistemas de acuerdo al parámetro DET (Detection Error Tradeoff), obteniendo que la tasa de rechazo es mayor para el sistema MoC y menor a para el sistema NFIS.

Para el sistema de NIST una puntuación de 26.5, con un valor de 1.47% como porcentaje de error, se obtiene en el proceso experimental un valor de 0.1% para FA y 3.33% para FR. Para el sistema MoC, para una puntuación de 36.5, se tiene un porcentaje de error de 9.78%; a partir de esto, experimentalmente se considera puntuación de 55 con un FA de 0.16% y una FR de 37.33% (Ver Figura 8).

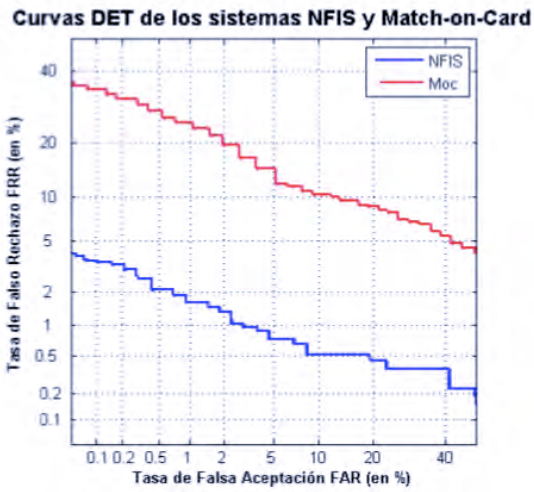


Figura 8. DET (Detection Error Tradeoff),

DET permite identificar que tan restrictivo es considerado el sistema, de manera que a menor tasa de falsa aceptación (verdadero positivo) mayor es la probabilidad del falso rechazo (falso positivo).

III. CONCLUSIONES

Reconociendo las características y estructuras de los sistemas biométricos dactilares, así mismo, los procesos a nivel sensorial, extracción de características, comparador, y con ello, procesos implícitos, se identificó y analizó los aspectos relevantes a considerar relacionados a vulnerabilidades en el sistema que afectan la integridad, confidencialidad y disponibilidad, teniendo en cuenta la información directamente relacionada en cuánto a protección de datos personales.

Se identificó y analizó a detalle los ataques tipo Timing y Hill-climbing en los sistemas biométricos dactilares, reconociendo las metodologías de ataque en referencia al análisis del tiempo y los riesgos materializados, generando un análisis puntual y particular a los indicadores de compromiso implícitos en los eventos de penetración, entre ellos, la tasa de falso rechazo FR, la tasa falsa de aceptación FAR y la tasa de compensación de errores DET; los anteriores índices, permiten reconocer los aspectos a fortalecer y considerar en el proceso de implementación de sistemas biométricos dactilares en un ambiente de producción.

Es necesario analizar y distinguir que tasas de error se consideran relevantes para un tipo de sistema biométrico en un entorno y contexto de negocio particular. Existe en la actualidad parámetros, estándares, buenas prácticas y criterios que determinan aspectos relevantes a considerar para la evaluación de los sistemas biométricos dactilares, permitiendo establecer ideas concluyentes en referencia a la implementación, puesta en marcha y seguimiento de estos sistemas en un entorno productivo (trabajo a futuro).

Se realiza un análisis de dos sistemas en particular en cuánto a biométricos dactilares, con ello, se realiza una investigación de los procesos de evaluación BEAT y KBOC reconociendo aspectos relevantes en cuánto a las pruebas realizadas en dichos eventos de reconocimiento internacional; por medio de éste análisis, se logra reconocer la importancia de los indicadores anteriormente mencionados, dado que su análisis y verificación permiten generar ideas concluyentes en cuánto a la efectividad y seguridad de los sistemas biométricos dactilares.

En la actualidad, existen normativas de carácter internacional que definen controles, metodologías y buenas prácticas, tanto para los procesos de implementación como de seguimiento y evaluación de los sistemas biométricos dactilares. La normatividad actual, se articula con sector Gobierno y privado que fortalecen los criterios y controles buscando estar a la altura de las nuevas tecnologías, como también, del respaldo de la información personal en referencia a la creciente demanda exponencial de los sistemas biométricos en el mundo.

Todos los sistemas de biometría dactilar, sin excepción, deben contar con la capacidad de detección de ataques PAD (Presentation Attack Detection). Ante la demanda comercial que crece de manera exponencial, estos controles que son considerados conforme la estandarización internacional, deben ser imprescindibles en los diferentes entornos de producción.

Se establece un Common Criteria como guía base para evaluar las propiedades y características de los sistemas biométricos dactilares, reconociendo los siete niveles de evaluación (Evaluation Assurance Level) que involucran la protección, el objeto de evaluación y el nivel de seguridad, otorgando un conjunto de requisitos que satisfacen las necesidades de cara al consumidor. Así mismo, el modelo Gartner, considera relevante establecer controles en cuánto a la seguridad y la protección de los datos, que serán evaluados, dando a conocer resultados en cuánto a funcionalidad, tecnología y comportamiento en entornos productivos.

Nuevos desafíos llegan de manera paralela a las nuevas tecnologías, es por esta razón, que los criterios y parámetros conforme las normativas existentes deben aplicarse de manera gradual y sistemática en los diferentes entornos de negocio, que hacen uso de las tecnologías de biometría dactilar, pues la información, como recurso tangible y de gran valor, debe ser protegida en cuánto a su confidencialidad, integridad y disponibilidad.

AGRADECIMIENTO

Decidí emprender éste camino, el de la seguridad informática, dejándome llevar por la pasión y la responsabilidad que esto implica. Veo con gran prominencia, un futuro al corto y mediando plazo en relación a la protección de la información, futuro del cual, sin duda, quiero ser participe.

A lo largo de este camino, he logrado aseverar esa pasión por esta materia, lo anterior, por medio del acompañamiento de personas y profesionales

que me brindaron su experiencia y conocimiento; a mi director de tesis Lic. Danny León, a todos los docentes del Programa de Especialización en Seguridad Informática y colegas, que durante épocas de incertidumbre por pandemia, hicieron del aprendizaje una de las mejores salidas a tiempos difíciles.

A ellos, un eterno agradecimiento.

REFERENCIAS

[1] A. MORALES, J. FIERREZ, M. GOMEZ-BARRERO, J. ORTEGA-GARCIA, R. DAZA, J.V. MONACO, J. MONTALVÃO, J. CANUTO, A. GEORGE, "KBOC: Keystroke Biometrics OnGoing Competition", Proc. 8th IEEE International Conference on Biometrics: Theory, Applications, and Systems, Buffalo, USA, pp. 1-6, 2016. Disponible en: https://sites.google.com/site/btas16kboc/home

[2] ASATAÑO ESPAÑA, Julio y ROSALES DIAZ, Estela. La biometría dactilar como una opción para la seguridad informática [en línea]. 2011, agosto–diciembre, nro. 97. [Consultad: 25 de abril 2020]. Disponible en: http://pistaseducativas.itc.mx/wp-content/uploads/2012/02/3-ASATO-PE-97-44-58.pdf. ISSN: 1405-1249

[3] BBC NEWS. Red de hackers afirma que clonó huella dactilar de ministra alemana. En: BBC NEWS Mundo. [sitio web]. Reino Unido. [Consulta 18 de mayo 2020]. Disponible en: https://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/12/141229_ultnot_hackeo_huella_dactilar_ministra_alemana_men

[4] BEISNER MUÑOZ, Alicia. Ataques tipo “Side-Channel” a sistemas biométricos de reconocimiento de huella dactilar [en línea]. Título de Ingeniero Informático. Universidad Autónoma de Madrid, 2010. [Consultado 16 de Abril 2020]. Disponible en: http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20100426AliciaBeisnerMunoz.pdf

[5] CARBALLO DOMÍNGUEZ, Sara. Ataques indirectos a sistemas de reconocimiento de huella dactilar basados en los tiempos de comparación algorítmica [en línea]. Proyecto fin de carrera. Madrid: Escuela Politécnica Superior, 2009. [Consultado 28 de marzo 2020]. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/9991/51301_20090522SaraCarballo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[6] CATAÑO RIVAS, Faiber. Mejoramiento en el procedimiento de seguridad de registro biométrico y carnetización en la compañía Frontera Energy de la ciudad de Bogotá [en línea]. Trabajo de grado para optar por el titulo de Administración de Empresas. Universidad Minuto de Dios, 2018. [Consultado 28 de marzo 2020]. Disponible en: https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/6831?show=full

[7] CENTRO EUROPEO DE POSTGRADO. ¿Qué es el cuadrante mágico de Gartner? [blog]. España. [Cosultado 17 de mayo 2020]. Disponible en: https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-cuadrante-magico-de-gartner.html

[8] CNIL - COMISSION NATIONALE DE I’INFORMATIQUE ET DES LIBERTÉS. Act Nº78-17 6 de enero de 1978. On Information Technology, Data Files and Civil Liberties [en línea]. Derecho y libertades informáticas – República de Francia, 1978. 45 p. [Consultado 3 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.cnil.fr/sites/default/files/typo/document/Act78-17VA.pdf

[9] COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 527 de 1999. (21, agosto, 1999). Reglamentos de acceso y uso de mensajes de datos. En: Diario oficial de Congreso de Colombia. Bogotá D.C., 1999.

[10] COLOMBIA. CORTE CONSITUCIONAL. Sentencia C-1011 de 2008. (31, diciembre, 2008). Habeas data y regulación del manejo de la información. En: Gaceta de la Corte Constitucional. Bogotá D.C. Corte Constitucional y consejo de la judicatura, 2008.

[11] COLOMBIA. MINISTERIO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES. Ley 1273 de 2009. (5, enero, 2009). De la protección de la información y los datos. En: MinTIC. Bogotá D.C, 2009.

[12] CONSEIL DE L'EUROPE - CONSEJO EUROPEO. Convenio para la protección de las personas con respecto al tratamiento automático de datos personales [en línea]. Conseil de l'Europe, 1981. 1 p. Consultado 3 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.coe.int/fr/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/108

[13] CSRC NIST. ISO/IEC JTC 1/SC 27 "IT Security Techniques [en línea]. NIS. p. 1 [Consultado 9 de diciembre 2020]. Disponible en: https://csrc.nist.gov/csrc/media/publications/conference-paper/1999/10/21/proceedings-of-the-22nd-nissc-1999/documents/papers/o24.pdf

[14] DAWSON, F. Creating Privacy Considerations for W3C Technical Specifications [sitio web]. 2013. [Consultado 9 de diciembre 2020]. Disponible en: https://yrlesru.github.io/SPA/

[15] EUROPEAN COMMISION. Biometrics Evaluation and System. Londres. Seventh Framework Programme. 2012. [Consultado 17 de mayo de 2020]. Disponible en: https://cordis.europa.eu/project/id/284989

[16] FAÚNDES ZANUY, Marcos. Experimentos prácticos sobre la vulnerabilidad de sistemas biométricos [en línea]. 2016. [Consultado 28 de marzo 2020]. Disponible en: https://docplayer.es/10065843-Experimentos-practicos-sobre-la-vulnerabilidad-de-sistemas-biometricos.html

[17] GALBALLY, Javier, et al. On the Vulnerability of Fingerprint Verification Systems to Fake Fingerprints Attacks [en línea]. Trabajo de grado para optar por el titulo de Ingeniero Informático. Universidad Autónoma de Madrid, 2009. [Consultado 30 de marzo 2020]. Disponible en: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.206.1024&rep=rep1&type=pdf

[18] GALBALLY, Javier; FIERREZ, Julián y ORTEGA, Javier. Análisis temporal de vulnerabilidades de los sistemas basados en huella dactilar [en línea]. Universidad Autónoma de Madrid, 2009. [Consultado 30 de marzo 2020].

Disponible en: http://atvs.ii.uam.es/atvs/files/2010_JRBP_Galbally.pdf
[19] GARTNER INC. Gartner Magic Quadrant for Access Management [en línea]. Okta Named a Leader for the 4th Consecutive Year. [Consultado 9 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.okta.com/resources/access-management-leader-gartner-magic-quadrant/
[20] GOMEZ RAMIREZ, Diana y GIRALDO GIRALDO, Andrea. Estado del arte de la seguridad en sistemas biométricos [en línea]. Proyecto de Grado Monografía para Optar por el Título de Especialista en Seguridad Informática. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, 2017. [Consultado 28 de marzo 2020]. Disponible en: https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/14348/1/52752700.pdf
[21] GONZALÉZ, Juan Carlos; CONTRERAS, Walter y YAÑEZ, Carlos. Tecnologías Biométricas aplicadas a la seguridad en las organizaciones [en línea]. Lima (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2016. [Consultado 28 de marzo 2020]. Disponible en: https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sistem/article/view/3336/2765
[22] GRUPO NOVELEC. ¿Cómo funciona un sensor biométrico? [blog]. España. [Consultado 17 de mayo 2020]. Disponible en: https://blog.gruponovelec.com/redes-vdi/como-funciona-sensor-biometrico/
[23] GUAMAN POMA, Cindy. Universidad Técnica de Machala. Facultad de Ciencias Empresariales. Auditoría Informática De La Seguridad Física Y Lógica De Las Computadoras Del Centro De Educación Continua De La Utmach. Ecuador. 2019. [Consultado: 30 de marzo de 2020]. Disponible en: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14931/1/E-11255_GUAMAN%20POMA%20CINDY%20ABIGAIL.pdf
[24] GUTIERRES RICARDO, Jorge. Estudio de factibilidad para el control de acceso biométrico, en una empresa empleando lectores de huella digital [en línea]. Trabajo de grado para optar por el titulo de Especialista en gerencia de proyectos. Universidad de la Salle, 2007. [Consultado 30 de marzo 2020]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=esp_gerencia_proyectos
[25] HADID, Abdenour. Face Biometrics Under Spoofing Attacks: Vulnerabilities, Countermeasures, Open Issues, and Research Directions [en línea]. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops, 2014. [Consultado 17 de mayo 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/286732400_Face_Biometrics_Under_Spoofing_Attacks_Vulnerabilities_Countermeasures_Open_Issues_and_Research_Directions/citation/download
[26] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 19795-5:2007 Control de acceso y esquema de calificación [sitio web]. Ginebra, Suiza. [Consulta 4 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/51768.html
[27] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 30107-1:2016 Biometric presentation attack detection — Part 1: Framework [sitio web]. Ginebra, Suiza. [Consulta 4 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/53227.htm
[28] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. 30107-3:2016 Biometric presentation attack detection — Part 3: Testing and reporting [sitio web]. Ginebra, Suiza. [Consulta 4 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/51768.html
[29] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/IEC 18013-3: 2017 - Especificaciones formato bloque de seguridad [sitio web]. Ginebra, Suiza. [Consulta 4 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/70486.html
[30] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/IEC 19785-4 2010 Especificaciones formato bloque de seguridad [sitio web]. Ginebra, Suiza. [Consulta 4 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/50860.html
[31] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/IEC JTC 1/SC 17 Cards and security devices for personal identification [sitio web]. Ginebra, Suiza. [Consulta 4 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.iso.org/committee/45144/x/catalogue/p/0/u/1/w/0/d/0
[32] ISO/IEC. Information security — Criteria and methodology for security evaluation of biometric systems — Part 1: Framework [en línea]. ISO/IEC 19989-1. 2020. [Consultado 9 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:19989:-1:ed-1:v1:en
[33] ISO/IEC. Information security — Criteria and methodology for security evaluation of biometric systems — Part 2: Biometric recognition performance [en línea]. ISO/IEC 19989-2:2020. [Consultado 9 de diciembre 2020]. Disponible en: https://www.iso.org/standard/72403.html

Implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, para la Gestión y Presentación de los Informes del Plan Operativo de la Escuela ECBTI de la UNAD Amazonia Orinoquia, en el periodo 2021-1

Ramiro Hernan Polanco Contreras
Leyder Hernan Lopez Diaz
Ciencias Básicas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
ramiro.polanco@unad.edu.co
leyder.lopez@unad.edu.co

John Alejandro Figueredo Luna
Ingeniería en Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
John.figueredo@unad.edu.co

Resumen – El impacto de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), han sido de gran ayuda para el desarrollo empresarial, mejorando procesos, optimizando tiempos y el seguimiento de los mismos, lo anterior como mecanismo para alcanzar el éxito organizacional mediante el aprovechamiento de estos sistemas; de igual forma permite mantener un mayor control de las principales operaciones y mediante una adecuada administración se pueden tomar mejores decisiones que faciliten la consecución de sus objetivos. Todos los colaboradores implicados en el proceso deben estar en constante capacitación y uso de las herramientas tecnológicas para lograr los cambios positivos en sus prácticas de trabajo, toma de decisiones, reestructuraciones producidas por la implantación de la nueva tecnología.

La presente investigación, permitió la implementación en una primera versión de TIC en la escuela ECBTI (Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD Acacias, para poder sistematizar el plan Operativo y tener a la mano de manera rápida los informes e indicadores del desarrollo de las diferentes actividades ejecutadas por los docentes y propias de la escuela, de tal manera que la información correspondiente al proceso se pueda presentar en la rendición de cuentas de cada periodo académico de una manera detallada, estructurada, por medio de gráficos correspondientes a los indicadores de gestión de retención y permanencia de estudiantes, desarrollo de encuentros académicos por medio de CIPAS (Círculos de interacción y participación académica y social) y Blearning, investigación, Bienestar Institucional y demás actividades propias de la escuela.

Palabras clave— Procesos, Herramientas Tecnológicas, Sistematización, TIC, Gestión organizacional

Abstract - The impact of information and communication technologies (ICT) have been of great help for business development, improving processes, optimizing times and monitoring them, the above as a mechanism to achieve organizational success by taking advantage of these systems; in the same way, it allows to maintain greater control of the main operations and through proper administration, better

decisions can be made that facilitate the achievement of its objectives. All employees involved in the process must be in constant training and use of technological tools to achieve positive changes in their work practices, decision-making, and restructuring produced by the implementation of the new technology.

The present research allowed the implementation in a first version of ICT in the ECBTI school (School of Basic Sciences, Technology and Engineering) of the CEAD Acacias National Open and Distance University, to be able to systematize the Operational plan and have at hand in a Quick reports and indicators of the development of the different activities carried out by the teachers and those of the school, in such a way that the information corresponding to the process can be presented in the accountability of each academic period in a detailed, structured way, by means of graphs corresponding to the indicators of student retention and permanence management, development of academic meetings through CIPAS (Circles of interaction and academic and social participation) and Blearning, research, Institutional Well-being and other activities of the school.

Keywords— Processes, Technological Tools, Systematization, ICT, Organizational Management

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Uno de los grandes retos de las empresas, se relacionan con el manejo de información fiable para los procesos de toma de decisiones, en el marco de los ciclos de planeación institucional; este no es ajeno a sus diferentes unidades funcionales, que deben apalancar desde sus objetivos los desarrollos misionales, (según Antosz, M. S. (2015) [1])

"Las TIC cuentan con más de tres décadas de existencia y la adopción de estas herramientas en las empresas fue progresiva. Primeramente, al inicio de años 90 las empresas grandes hicieron las inversiones en el área de nuevas tecnologías, principalmente como herramienta de soporte a sus funciones administrativas, Con la reducción de los costes y con la simplificación de estas tecnologías, los servicios paulatinamente se extendieron también a las pequeñas y medianas empresas. Sin embargo, la absorción de las TIC por parte de las empresas más pequeñas no ha sido uniforme, tampoco los beneficios de este tipo de inversiones no han sido demostrados en forma convincente. A pesar de esto, el impacto de estas tecnologías es visible en todas las áreas de la actividad de las empresas, la importancia de las TIC crece con el tiempo y sus efectos están visibles para todos.".

Sin lugar a duda las TIC se han convertido, hoy en día, en un amplio número de herramientas necesarias para el desarrollo y organización de la gestión administrativa al interior de cualquier empresa, con impactos positivos a lo largo de todos los sectores económicos y sociales. Las empresas que no cuentan con la información precisa en los tiempos correctos o que teniendo a la mano la información, no la tiene organizada a detalle, corren el riesgo de dejar datos relevantes fuera de los procesos operativos, afectando de forma negativa los niveles de satisfacción de las partes interesadas por las dificultades a la hora de adoptar decisiones efectivas.

La ECBTI - ZAO CEAD Acacias, como unidad funcional dentro de la IES cuenta con un líder zonal que coordina las actividades del cuerpo docente heterogéneo y variable en el año que en promedio se compone de veinticinco profesionales en siete centros dentro de la zona y cuatro cadenas de formación; el líder reporta información de forma permanente a diferentes niveles de la organización tanto en zona como a nivel nacional en el marco de los diferentes procesos. La información errónea, fuera de tiempo y poco confiable, da paso a una planeación y toma de decisiones inadecuada, en este aspecto la ECBTI en el CEAD Acacias, a la hora de realizar una evaluación interna de la gestión administrativa en función al plan operativo institucional, así como la respectiva rendición de cuenta al finalizar cada periodo académico, presenta tropiezos en su consolidación y presentación al no contar con un sistema de información que permita presentar informes detallados acompañados de los diferentes indicadores de las actividades propias de docencia y otras actividades relacionadas. La

escuela ECBTI, debe proyectar planes, indicar estrategias y motivar a todos los docentes para lograr esto, es importante contar con la información actualizada así mismo que los involucrados en el proceso, comprendan cómo la información debe ser recopilada, procesada y analizada para tomar las mejores decisiones. (Ochoa, A. L. G., Ramírez, J. G. M., Hernández, M. E. T., & Rizo, A. S. (2020) [2]).

"Las TIC proporcionan multitud de herramientas que contribuyen a mejorar la gestión. Su utilización supone un importante ahorro de tiempo y recursos, ya que permite simplificar y agilizar los procesos de gestión y la toma de decisiones, así como facilitar el contacto directo con los colaboradores, clientes, proveedores entre otros".

Por lo tanto, la metodología de investigación que se desarrolló para el presente trabajo del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para la gestión y presentación de los informes de plan operativo de la escuela ECBTI ZAO CEAD Acacias, se basó en un estudio de investigación aplicada tecnológica con enfoque exploratorio y descriptivo durante las dos fases iniciales del proceso aplicando técnicas de observación y revisión documental, mientras que la tercera fase se propuso aplicada al implementar las soluciones identificadas y priorizadas en las fases anteriores, por medio de herramientas en línea para convertir datos en paneles e informes informativos personalizables como parte del paquete empresarial Google Analytics, herramientas como Google Form, Google Data Studio, Google Sites

Estudio exploratorio: Las tecnologías de información y comunicaciones TIC han generado diferentes ventajas en las empresas, se deben buscar alternativas que permitan el mejor aprovechamiento de las tecnologías existentes, por lo tanto, es necesario un estudio que reconozca el impacto que han generado las TIC en la gestión administrativa en los diferentes procesos internos.

Estudio descriptivo: La metodología de investigación quiere determinar la estructura organizacional de la escuela ECBTI y los procedimientos administrativos, lo cual permite obtener información indispensable para la implementación de las TIC, en donde se busca establecer las características en cuanto a las necesidades y así establecer las tecnologías de la información. Además, se identificarán las ventajas que trae consigo la implementación de las TIC.

Técnica de observación: Mediante este método se puede observar, los procesos que se llevan a cabo en la ECBTI, de qué manera administran la información y como presentan los informes pertinentes de la gestión administrativa.

Revisión documental: Se realizarán investigaciones de cómo implementaron las TIC en otras empresas en búsqueda de mejora de procesos administrativos.

Fuentes de la información Primarias: Las fuentes de información serán los docentes de la escuela ECBTI CEAD Acacias, con el fin de recopilar información precisa, lo cual permitió establecer la problemática inició la investigación

Fuentes de la información Secundarias: Nos apoyaremos en diferentes fuentes de datos, textos y bibliografía sobre TIC, aplicación de empresas que ya lo desarrollaron.

Las herramientas TIC, que se implementaron para sistematizar los procesos de la ECBTI para el periodo 2021-1 son del paquete empresarial **Google Analytics**, es una herramienta de analítica web de la empresa Google, que ofrece información agrupada del tráfico que llega a los sitios web según la audiencia, la adquisición, el comportamiento y las conversiones que se llevan a cabo en el sitio web. Es una herramienta utilizada en marketing digital[1]. (Ver imagen 1)

[1] https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Analytics



Imagen 1. Ejemplo de Google Anslytics
Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Analytics

Google Data Studio, es una herramienta en línea para convertir datos en paneles e informes informativos personalizables. (Ver imagen 2)

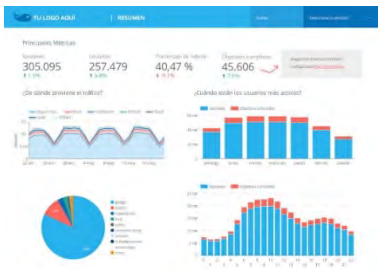


Imagen 2. Ejemplo de Google Data Studio
Fuente: https://www.wholewhale.com/es/tips/google-data-studio-para-ongs/

Google Sites Esta aplicación permite crear un sitio web o una intranet de una forma tan sencilla como editar un sitio web. Con Google Sites los usuarios pueden reunir en un único lugar la información de manera rápida.[2] . (Ver imagen 3).

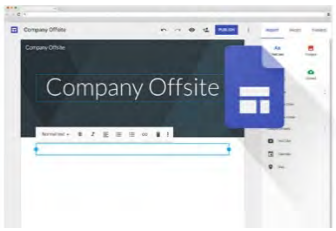


Imagen 3. Ejemplo de Google Sites
Fuente:
https://chrome.google.com/webstore/detail/google-sites/gmandedkgonhldbnjpikffdnneenijnd?hl=es

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el periodo 2021-1 se desarrolló un sitio web (Ver imagen 4), por medio de la herramienta Google Site, en donde se estructuro el plan operativo compuesto por seis macroproyectos, cada macroproyecto está compuesto de un número de proyectos, cada proyecto por metas y cada meta por informes, (Ver imagen 5), junto con el link del sitio desarrollado.



Imagen 4. Plan operativo 2021-1
https://sites.google.com/unad.edu.co/planoperativo2020ecbti-zao/p%C3%A1gina-principal

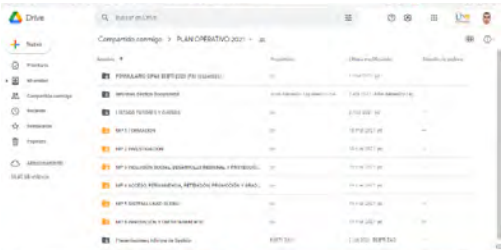


Imagen 5. Estructura del plan operativo en seis macroproyectos

Solo 3 docentes tienen acceso a los registros de la información del plan operativo, para realizar los respectivos seguimientos del cumplimiento de la entrega de los datos e informes correspondientes de cada uno de los docentes de la escuela ECBTI, el cual está organizado por carpetas de manera estructurada, como ejemplo, tenemos la estructura del primer macroproyecto (Ver imagen 6).

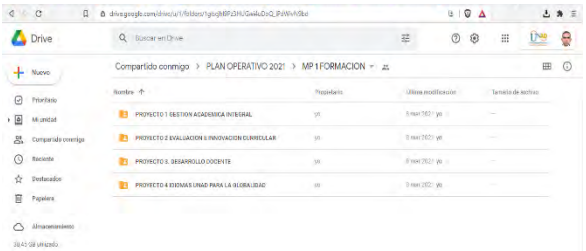


Imagen 6. Macroproyecto 1 con 4 proyectos

Cada uno de los docentes de las diferentes zonas y escuelas de las ECBTI, registraron la información correspondiente en cada uno de los diferentes Google Forms (Ver imagen 7)

[2] https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Sites



Imagen 7. Formulario captura Cipas

Para obtener toda la información correspondiente del plan operativo, se contó con 58 docentes en las diferentes zonas Amazonia y Orinoquia y las escuelas de Sistemas, Básicas, Industrial, Alimentos y Electrónica

Tabla 1. Docentes por tipo de contrato y por CEAD

CEAD	HC	MT	TC	TOTAL
ACACIAS	9	18	12	39
LETICIA	1	1		2
SAN JOSÉ		3		3
YOPAL	4	5	5	14
TOTAL	**14**	**27**	**17**	**58**

La información, indicadores y reportes del plan operativo de la ECBTI, se presentaron en la rendición de cuentas para la finalización del periodo 2021-1, de una manera más eficaz, organizada y en los tiempos adecuados. (Ver imágenes 8 y 9)

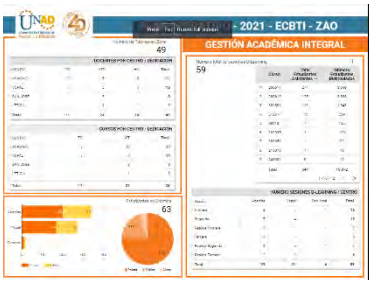


Imagen 8. Reportes de la gestión académica

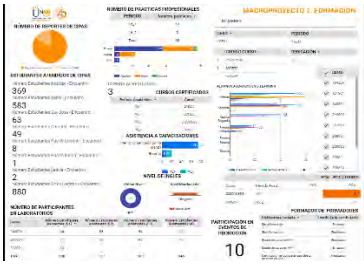


Imagen 9. Reportes de CIPAS, laboratorios, desarrollo de cursos

III. CONCLUSIONES

Se desarrollo un WebSite en su primera versión y se puso en marcha para el periodo 2021-1, para que cada uno de los docentes de la escuela ECBTI de la Universidad Nacional abierta y a Distancia UNAD CEAD Acacias, reportaran la información pertinente a los procesos de docencia, investigación, Bienestar, retención y permanencia de estudiantes y demás actividades, con el objetivo de tener de primera y de manera organizada, estructurada la información correspondientes de la escuela, a su vez los diferentes indicadores de gestión para la rendición de cuentas.

Se puedo evidenciar que con la implementación de Google Analytic, se obtuvieron datos estadísticos, informe de indicadores de gestión, la presentación para la rendición de cuentas se presentó de un manera mucho más organizada, los tiempos de estructuración de la gestión administrativa mejoro sustancialmente, es una herramienta con la que se pueden analizar las necesidades y tendencias futuras, también se puede realizar un seguimiento de cada una de las actividades de los docentes, con la integración de Google Studio se pudo observar los diferentes informes presentados por gráficos y esto permitió una mejor presentación de la escuela en la rendición de cuentas del periodo 2021-1.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a la Universidad Nacional abierta y a Distancia CEAD Acacias y la red de tutores del curso de lógica Matemática por apoyar el desarrollo de la presente investigación

REFERENCIAS

[1] Antosz, M. S. (2015). Estudio de aplicación de las TIC en las PYMES.

[2] Ochoa, A. L. G., Ramírez, J. G. M., Hernández, M. E. T., & Rizo, A. S. (2020). Influencia de las TIC en el proceso administrativo. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, (33), 52-63.

[3] Sánchez, B. E. T. (2018). Las TIC en las empresas. *CLIC*, *2*(1), 4.

Diseño de las Políticas Principales para la Actuación del Centro De Respuesta a Incidentes Informáticos de La Universidad Nacional Abierta y a Distancia CSIRT-UNAD

Andrés Vázquez Núñez
Especialización En Seguridad Informática
Universidad Nacional Abierta y a Distancia 1, Colombia
avasquesn@unadvirtual.edu.co

Luis Fernando Zambrano Hernandez
Especialización En Seguridad Informática Universidad Nacional Abierta y a Distancia 2, Colombia
luis.zambrano@unad.edu.co

Resumen - En la actualidad, la sociedad está sumergiéndose en un entorno totalmente digital, ahora, las actividades cotidianas relacionadas con educación han venido tomando fuerza en entornos digitales usando como canal de comunicación Internet, esto conlleva a que procesos administrativos y académicos puedan desarrollarse de forma rápida y efectiva sin necesidad de realizar acciones de forma presencial, lo cual ha permitido ahorrar tiempo y esfuerzo.

No obstante, en la misma medida que avanza la digitalización en la Industria que hoy se denomina 4.0, también lo hace el cibercrimen, por lo que es necesario asegurar que la información de las personas y las empresas se encuentre protegida de tal forma que las mismas tengan la tranquilidad de realizar sus actividades y transacciones en un entorno ciber seguro.

Para ello, las Instituciones de educación deben contar con personas altamente capacitadas para responder ante cualquier ciber incidente que, desde su actuación ética, tenga como referente: políticas, procesos y procedimientos que brinden los lineamientos para que sus responsabilidades estén reguladas y cumplan con lo establecido.

En este sentido, El proyecto denominado "Propuesta para la Creación y Consolidación del Centro de Respuesta a Incidentes Informáticos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CSIRT-UNAD"[1], define cuáles son esas políticas que soportaran los servicios ofertados por el CSIRT y en particular este proyecto aplicado denominado "Diseño de las Políticas Principales Para la Actuación del Centro de Respuesta a Incidentes Informáticos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – CSIRT-UNAD", contribuye con la construcción de las políticas principales que pueden ser tomadas como referente para el funcionamiento del Centro de Respuestas a Incidentes Informáticos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CSIRT-UNAD.

Abstract - At present, society is immersing itself in a totally digital environment, now, daily activities related to education have been gaining strength in digital environments using the Internet as a communication channel, this means that administrative and academic processes can develop quickly and effective without the need to perform actions in person, which has saved time and effort.

However, to the same extent that digitization advances in the Industry that today is called 4.0, so does cybercrime, so it is necessary to ensure that the information of people and companies is protected in such a way that they have the peace of mind of carrying out your activities and transactions in a cyber secure environment.

For this, educational institutions must have highly trained people to respond to any cyber incident that, from their ethical performance, has as a reference: policies, processes and procedures that provide the guidelines so that their responsibilities are regulated and comply with the established.

In this sense, the project called "Proposal for the Creation and Consolidation of the Center for Response to Computer Incidents of the National Open and Distance University CSIRT-UNAD", defines which are those policies that will support the services offered by the CSIRT and in particular this applied project called "Design of the Main Policies for the Action of the Center for Response to Computer Incidents of the National Open and Distance University - CSIRT-UNAD", contributes to the construction of the main policies that can be taken as a reference for the operation of the Computer Incident Response Center of the National Open and Distance University CSIRT-UNAD.

Palabras clave— ataque**,** ciberseguridad, CSIRT, incidente, respuesta, políticas.

Keywords **—** attack, cybersecurity, CSIRT, incident, response, policies.

I. INTRODUCCIÓN

Conceptos previos

Política: “Las políticas son planteamientos generales o maneras de comprender que guían o canaliza el pensamiento y la acción en la toma de decisiones de todos los miembros de la organización” [2]

CSIRT: Es un organismo o equipo de profesionales altamente capacitados que brinda los servicios de prevención, gestión y respuesta a incidentes de seguridad de la información a una comunidad o empresas [3]

Incidente de Seguridad: “Evento o serie de eventos de seguridad de la información no deseados o inesperados, que tienen probabilidad significativa comprometer las operaciones del negocio y amenazar la seguridad de la información” [4]

En este artículo se presenta como se seleccionaron y construyeron las políticas principales que pueden ser tomadas como referente para el funcionamiento del Centro de Respuestas a Incidentes Informáticos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CSIRT-UNAD, abordando la identificación del ámbito de actuación, el reconocimiento de los lineamentos y normativas relacionadas con la seguridad de la información que la Universidad ha definido y la consulta de buenas prácticas aceptadas en el orden mundial, estándares y documentación propia de otros CSIRT.

Algunas de las temáticas relevantes que se abordan en el artículo son: la definición de incidente de seguridad, sus clasificaciones y su gestión, clasificación de información, protección de datos, retención, destrucción, divulgación y acceso a la información, uso apropiado de los sistemas y cooperación entre instituciones que participen en la investigación de incidentes de seguridad de la información.

II. DESARROLLO DEL ARTICULO

Desde hace algunos años, el sector educativo viene presentando dificultad en la gestión de la ciberseguridad respecto a su infraestructura tecnológica, casos como el de la Universidad de los Andes [5] y la Universidad el Bosque [6] las cuales han presentado afectaciones en el resguardo de la seguridad de la información generando incertidumbre en su comunidad y pérdidas económicas.

Las universidades vienen siendo cada vez más vulnerables debido al gran almacenamiento de datos confidenciales, al a poca capacidad de reacción frente a un ataque informático y a la falta de presupuesto y personal capacitado [6]. Un dato que genera alerta es el que presenta el Instituto tecnológico de Monterrey, indicando que los ataques dirigidos a instituciones educativas de Estados Unidos incrementaron en un 50% y que el foco para realizar acciones delictivas son los estudiantes.

Según los datos entregados en la novena cumbre latinoamericana de Kaspersky Lab durante el año 2019, se ha evidenciado que en América Latina se presentan 45 ataques informáticos por segundo, siendo los ataques más utilizados, el phishing, ramsomware y malware.

La necesidad de establecer estrategias que permitan mejorar la seguridad de la información en las Instituciones no es ajena a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Desde hace varios años, la UNAD viene desarrollando capacidades tecnológicas que dan respuesta a los servicios de educación ofertados, pero a su vez, estos pueden ser blanco de un evento o incidente informático. Es por esto por lo que políticas que se vienen generando como el Acuerdo 039 del 3 de diciembre de 2019 y la propuesta de la Políticas del Marco de Referencia del Sistema de Gestión de Seguridad de la Información – SGSI, aportan en mejorar el ámbito ciberespacial en los cuales se desarrollan los objetivos misionales de esta institución.

El Centro de Respuestas a Incidentes Informáticos CSIRT-UNAD es unas estrategias propuestas para dar respuesta a eventos o incidentes informáticos que puedan presentarse al interior de la Universidad. El ámbito de actuación de este CSIRT es el académico, donde tiene como objetivo: Brindar apoyo para la reacción ante eventos o incidentes cibernéticos que permitan reducir su impacto en comunidades académicas. Tiene además como función la generación de documentos que prevengan y alerten a la comunidad objetivo.

Es por esto por lo que la necesidad de construir Políticas principales que brinden los lineamientos para la actuación de este Centro es una necesidad.

Al respecto, se realizó una consulta documental de los lineamientos existentes en la Universidad, identificando que se cuenta con diferentes resoluciones que sirven como base para la definición de las políticas, las cuales son:

Resolución No. 2945 Por la cual se reglamenta el uso de los servicios de tecnología informática y telecomunicaciones de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Resolución 2943: Por la cual se establece la política para la clasificación y el manejo de la información confidencial en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Resolución 2944: Por la cual se regulan las políticas de seguridad informática y el uso adecuado de la tecnología para el procesamiento de la información en la

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Resolución 6018: Por la cual se modifica la Resolución 4815 de 2012, mediante la cual se establecieron políticas para la clasificación y el manejo de la información confidencial en la UNAD. (Derogada con la Resolución 4256 del 3 de marzo del 2015. Políticas Marco de Referencia del SGSI).

Resolución 5071: Por la cual se define la política de renovación tecnológica de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

Resolución 2110: Por la cual se crea el Sistema de Gestión Tecnológica –SIGETEC, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD, y se conforma el Comité Estratégico del Sistema de Gestión Tecnológica y la Mesa Técnica para su operación.

Resolución 0190: Por medio de la cual se conforma el Grupo Funcional de Gestión Técnica de la Plataforma Tecnológica Integrada, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD y se dictan otras disposiciones.

Resolución 156: Por el cual se derogan las resoluciones 972 del 31 de mayo de 2007, la 5282 del 8 de octubre de 2012 y se actualiza el sistema de gestión documental de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

Resolución 4793: Por la cual se expide la Política de Seguridad de la Información y Gestión Documental de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Resolución 5303: Por el cual se expide el código de ética y de buen gobierno de la UNAD

Resolución 6858: Por medio de la cual se modifica la estructura del comité técnico de gestión integral y MECI y se derogan las resoluciones 3943 de 2011 y 2054 de 2007.

Resolución 7966: Por el cual de modifica la resolución 6858 de 22 de agosto de 2014, por medio de la cual se conforma el SIG - UNAD, se establece la política integrada de gestión y se derogan las resoluciones 2271 de 2008, 2055 de 20074 y 02861 de 2010

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, para dar respuesta a las necesidades y requerimientos legales y contractuales de las actividades emanadas de los servicios del CSIRT se soporta la construcción de las políticas principales de este, con las políticas y resoluciones anteriormente presentadas y las políticas propuestas por algunas organizaciones que ofrecen servicios de ciberseguridad.

POLITICAS PRICIPALES PROPUESTAS PARA EL CSIRT-UNAD

A continuación, se presentan las políticas propuestas para el desarrollo de las actividades principales del CSIRT-UNAD

Política De Clasificación De Información: Establece los lineamientos, criterios y actividades a seguir para una adecuada clasificación de la información, con el fin de evitar todos los daños asociados al tratamiento inadecuado de la información, la cual se debe proteger según sus características, evitando de esta manera: fugas de información de datos personales o confidenciales del CSIRT, pérdida de competitividad por información privada mal administrada, errores en datos reportados a entidades críticas e indisponibilidad de insumos de información que alimentan los principales procesos productivos y administrativos.

Política De Protección De Datos: Define los lineamientos, criterios y actividades a seguir para una adecuada protección de datos personales recolectados por el CSIRT, con base en lo señalado en la ley 1581 de 2012 y el decreto reglamentario 1074 de 2020.

Política De Retención De Información: Define el tiempo en que se retendrá los datos recolectados por el CSIRT de acuerdo con su clasificación.

Política De Destrucción De Información: Establece los lineamientos, criterios y actividades a seguir para la eliminación de información y/o depuración de los medios que la contienen; cuando sea necesario o cuando ha cumplido o terminado su ciclo de vida; con el fin de evitar que la información sea recuperada, preservando su confidencialidad.

Política De Divulgación De Información: Establecer lineamientos acerca de la manera en que será divulgada la información, con base en la necesidad de conocerla por parte del receptor de los datos.

Política De Acceso A La Información: Establece los por medio de los que se podrá tener acceso a la información y quién debe acceder a la información con base en la criticidad de esta.

Política De Uso Apropiado De Los Sistemas Del Csirt: Define los controles de seguridad y requerimientos mínimos con los que deben contar los sistemas de información del CSIRT los cuales permitan restringir el uso de estos únicamente para las labores de la compañía.

Documento De Definición De Incidentes De Seguridad Y Política De Eventos: Cuenta con la definición de incidente de seguridad y establece una clasificación de los posibles incidentes de seguridad a los que se puede ver expuesto el CSIRT.

Política De Gestión De Incidentes: Norma la implementación del proceso de gestión de incidentes de seguridad de la información, para disponer de una capacidad de reacción y respuesta apropiada a los incidentes de seguridad de la información en el CSIRT.

Política De Cooperación: Establece las directrices para la cooperación con otras entidades, como empresas de seguridad informática y CSIRT que colaboren con las investigaciones de incidentes de seguridad de la información, sin afectar la confidencialidad, disponibilidad e integridad de los datos del CSIRT y/o sus clientes.

Política Del Cumplimiento De La Ética Y La Confidencialidad: Establece las directrices para la utilización adecuada de los recursos entregados, con base a una cultura de compromiso y honestidad, comprendiendo que la información suministrada debe ser manejada con confidencialidad y ética profesional, así como también fomentar la educación y cultura en los equipos de trabajo.

III. CONCLUSIONES

Es de gran relevancia manifestar que la identificación del ámbito de actuación del Centro de Respuesta a Incidentes Informáticos CSIRT-UNAD, el cual es el académico, denota la importancia de establecer lineamientos claros que permitan dar cumplimiento a los requerimientos legales y contractuales y por defecto a la realización de la misión propuesta.

El reconocer los lineamientos con los que la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD cuenta para el tratamiento y la gestión de la información, son un insumo que

aportan la esencia de lo que la Universidad proyecta como ámbito ciberespacial, el cual permite la interacción de los múltiples actores que gestionan y hacen uso de forma regular de herramientas tecnológicas que facilitan articular el meta sistema institucional con nuevas tecnologías, siendo las políticas propuestas los lineamientos dados para la ejecución legal y contractual de las actividades.

La construcción de las políticas principales para las actuaciones del CSIRT-UNAD, son un aporte que contribuye en la mejora de la ciberseguridad del entorno digital de la Universidad. Estas contienen las decisiones y lineamientos que permitirán realizar actuaciones desde el profesionalismo y la ética que un profesional de esta disciplina debe seguir.

AGRADECIMIENTO

A Dios por colocar siempre a las personas correctas en mi vida para que me enseñen provechosamente y por darme las fuerzas para superar todos obstáculos e ir más allá de los límites que hay en mi mente, a mi esposa por apoyarme cada vez que la necesité.

REFERENCIAS

[1] Zambrano, L, Peña, H, Quintero, J, Moreno, S, (2020). Propuesta para la Creación y Consolidación del Centro de Respuesta a Incidentes Informáticos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CSIRT-UNAD “Tecnologías exponenciales para la consolidación de la industria 4.0”. Recuperado de: https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/view/4205/4180

[2] Hidalgo Sánchez, N. D. J. (2016). Políticas institucionalizadas por DISENSA para incrementar franquicias en el país y en la cuidad de Machala ventajas y desventajas para los franquiciados.

[3] OEA. Definición. En: Buenas prácticas para establecer un CSIRT nacional. Washington, D.C. 2006. p. 13.

[4] ICONTEC. EJEMPLO DE ENFOQUES PARA LA CATEGORIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE EVENTOS E INCIDENTES DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN. En: GTC-ISO/IEC 27035. 2015. p. 3.

[5] EL ESPECTADOR, (2016). Anonymous ataca el sitio web de la Universidad de los Andes. Recuperado de: https://www.elespectador.com/actualidad/anonymous-ataca-el-sitio-web-de-la-universidad-de-los-andes-article-620617/

[6] Beltrán, G, (2021). Agencia de periodismo investigativo. Universidad del Bosque bajo ataque cibernético. Recuperado de: https://agenciapi.co/noticia/academia/universidad-del-bosque-bajo-ataque-cibernetico

[7] Bricker & Eckler LLP, (2015). Privacidad y protección de datos. Seminario de ciberseguridad 2015. Recuperado de: https://www.bricker.com/industries-practices/privacy-data-protection/insights-resources/resource/2015-cybersecurity-seminar-783

Modelado de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) a partir del servicio público de aseo en el municipio de Sogamoso

Ricardo Javier Pineda Melgarejo
Álvaro Javier Rojas Baracaldo
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
ricardo.pineda@unad.edu.co
alvaro.rojas@unad.edu.co

Edward Fernando Toro
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
edward.toro@unad.edu.co

Resumen – La investigación muestra los métodos y técnicas aplicadas desde la investigación de operaciones, para el "Modelado de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) a partir del servicio público de aseo en el municipio de Sogamoso", que abarca temáticas, tales como:

1. Diseño de la red de aprovechamiento para modelarse y resolverse desde las teorías de redes de investigación de operaciones, asumiendo que los nodos son los puntos de recolección y deben estar conectados por ramas (distancias entre puntos de recolección) para la actividad de recolección de los residuos sólidos en el municipio de Sogamoso. Las condiciones de la red se ajustan a la normatividad según el decreto 596 de 2016, en cuanto al diseño de micro rutas, tipo de contenedores, dirección de recogidas, capacidades, etc.
2. Análisis de las redes de recolección de aprovechamiento (micro rutas), para definir la ruta más corta que genere la optimización de los recursos que intervienen en las mismas.
3. Presentación de una herramienta basada en estudios de redes, optimización y simulación a la empresa prestadora del servicio público de aseo para la reglamentación e implementación adecuadas de nuevos procedimientos ajustados a la norma para la recolección, el transporte y el aprovechamiento que garantice el desarrollo sostenible en el municipio.

Palabras clave— Aprovechamiento, microruta, modelado, recolección, residuos, red.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La información se tomó en campo, directamente de la empresa prestadora de servicio público de aseo de la ciudad de Sogamoso donde están definidas las macro rutas de servicio público de aseo, para poder cumplir con las siguientes etapas:

Etapa 1. Diagnóstico, inventario y procesamiento de la información existente. En esta etapa se efectuó un inventario y recogida de todos los datos locales del propósito de estudio y necesarios para el desarrollo del mismo.

Instrumentos: Libro de cálculo compuesto por varias hojas con la información de distancias

y nodos de las diferentes macro y micro rutas de servicio público de aseo de la ciudad de Sogamoso. Cartografía satelital obtenida de Google Maps y Google Hearts de la ciudad de Sogamoso de las macro y micro rutas del servicio público de aseo.

Etapa 2. Aplicación de los algoritmos de modelos de redes a las macro rutas del servicio público de aseo de la ciudad de Sogamoso para validar su eficiencia para el modelado de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas).

Instrumentos: Libro de cálculo compuesto por varias hojas con la aplicación de los algoritmos de los modelos de redes para validación de las macro rutas del servicio público de aseo. Área de trabajo para representación de las macro rutas del servicio público de aseo utilizando el Software de diseño AutoCAD.

Etapa 3. Aplicación de los algoritmos de modelos de redes a las micro rutas de la ciudad de Sogamoso para el diseño del prototipo de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas).

Instrumentos: Libro de cálculo compuesto por varias hojas con la aplicación de los algoritmos de los modelos de redes para diseñar el prototipo de las micro rutas de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas). Área de trabajo para representación de las micro rutas de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) utilizando el Software de diseño AutoCAD.

Etapa 4. Optimización del modelo de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) mediante el uso de los algoritmos de modelos de red y software de optimización.

Instrumento: Área de trabajo para optimización de las micro rutas de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) utilizando Software especializado bajo alguna técnica de geo-concepto.

Etapa 5. Diseño y entrega del modelado de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) y sus resultados.

Procedimientos: La información se tomó directamente de los inventarios de la empresa prestadora de servicio público de aseo de la ciudad de Sogamoso donde están definidas las macro rutas y micro rutas de servicio público de aseo.

Métodos y resultados de análisis de datos.

Se emplearon hojas de cálculo (Excel) para analizar y procesar la información de las macro y micro rutas del servicio público de aseo mediante la selección de funciones predeterminadas y no predeterminadas para encontrar los resultados del estudio con estadísticos descriptivos básicos, complejos y categóricos y diseño experimental de factores para proponer el modelo de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas).

En AutoCAD se diseñó el modelo de las macro y micro rutas de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas).

A partir del modelo de las macro y micro rutas se aplicaron los algoritmos de los diferentes problemas de redes, tales como el árbol de expansión mínima, la ruta más corta, flujo máximo y el problema del flujo capacitado con costo mínimo.

Una vez que el modelo de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) se ha creado, se evaluó su comportamiento para encontrar valores óptimos con el uso de software de simulación animada.

Diseño metodológico.

El diseño metodológico para el proyecto de investigación fue el siguiente:

Tipo de estudio.

Estudio cuantitativo de acuerdo con la variable a estudiar: distancias entre nodos o distancia de la rama de las micro rutas del servicio público de aseo en el municipio de Sogamoso.

Población y muestra.

Población: Número de macro rutas del servicio público de aseo establecidas en el municipio de Sogamoso.

Muestra: Número de micro rutas del servicio público de aseo establecidas en el municipio de Sogamoso.

Definición de hipótesis.

Hipótesis nula: el comportamiento del modelo de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) puede determinarse mediante los algoritmos de optimización para los problemas de redes, a partir de las micro rutas de servicio público de aseo de la ciudad de Sogamoso.

Hipótesis alterna: el comportamiento del modelo de la red de recolección de aprovechamiento (micro rutas) no puede determinarse mediante los algoritmos de optimización para los problemas de redes, a partir de las micro rutas de servicio público de aseo de la ciudad de Sogamoso.

Definición de variables

Variable dependiente: distancia entre nodos de las macro rutas de las rutas de servicio público de aseo de la ciudad de Sogamoso.

Variable independiente: distancia entre nodos de las micro rutas de las rutas de servicio público de aseo de la ciudad de Sogamoso.

Criterios de validez y confiabilidad.

Criterio de validez del instrumento, se determinan mediante una técnica de validez de contenido, de validez de criterio o de validez de constructo.

Criterio de confiabilidad del instrumento de medición, se determinan mediante un coeficiente de confiabilidad estadístico para medir el grado de error mínimo.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagnóstico de la situación actual del servicio público de aseo en la ciudad de Sogamoso identificado mediante el estudio en campo y las encuestas a recicladores de oficio, muestra que el 95% de los encuestados aseguran que "al tener oportunidades en niveles altos de la gestión y tareas de aprovechamiento, desde el cumplimiento de la norma, se pueden optimizar los procesos de aprovechamiento de los residuos sólidos en la ciudad de Sogamoso donde la Macro ruta centro tendrá beneficios favorables a nivel económico, social y ambiental" y no existen actividades de clasificación y pesaje por parte de las personas productoras (domiciliarias, comerciales e industriales) según lo estipulado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Departamento Nacional de Planeación, 2016 [1].

En el estudio de investigación aplicado en la ciudad de Sogamoso, las rutas se trazan mediante la cartografía satelital y son posteriormente modeladas por la teoría de redes; se incluyen prototipos y modelos de asignación, tales como: camino crítico, flujo máximo, camino más corto, transporte y costo mínimo de flujos, utilizando representaciones gráficas que muestran los nodos y los arcos como los caminos expresados en distancias entre cada uno de los mismos. Estas rutas permiten el cumplimiento eficiente de la asignación de recursos físicos y humanos para lograr la productividad de un servicio competitivo y sobre todo enmarcado en lo dispuesto por el Decreto 596 de 2016 que define los criterios para el servicio de Aprovechamiento de Residuos Sólidos en cada uno de los municipios del país.

Según la validación del principio de redes, "el camino más corto produce menos inversión de

recursos", por lo cual se asume que la optimización de redes cumple condiciones de eficiencia y calidad, además, sus características de rendimiento en efecto satisfacen la producción promedio de residuos sólidos aprovechables en cada una de las micro rutas de la ciudad de Sogamoso.

[1] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Sistemas de Aseo Urbano (2016).

Según los datos establecidos por la empresa de servicios públicos de Sogamoso Coservicios S.A. E.S.P. existe una programación específica para la recolección de residuos sólidos no aprovechables (Ver Tabla 1). Estos datos sirven para el cálculo de las micro rutas, teniendo en cuenta que no pueden ejecutarse tareas de aprovechamiento a la par de las de No aprovechamiento.

Tabla 1. Cronograma de Recolección macro ruta sur Residuos No Aprovechables - Sogamoso

RECOLECCION Y TRANSPORTE DE RESIDUOS NO APROVECHABLES													
MACRO RUTA	CODIGO	MICRO RUTA	ACTIVIDAD (DIURNO/NOCTURNO	FRECUENCIA							HORA INICIO	HORA FINALIZACION
				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		
SUR (200)	S-201	Monquirá	Diurno		X			X			7:00	15:00
	S-202	Sugamuxi	Diurno		X			X			7:00	15:00
	S-203	El Rosario	Diurno		X			X			7:00	15:00
	S-204	Magdalena	Diurno		X			X			7:00	15:00
	S-205	U.P.T.C.	Diurno		X			X			7:00	15:00
	S-206	Venecia	Diurno		X			X			7:00	15:00
	S-207	Morcá - Cajas Estacionarias	Diurno		X			X			7:00	15:00
	S-208	Batallon	Nocturna	X	X	X	X	X	X	X	5:00	6:00

Fuente. Coservicios S.A. E.S.P.

Calculadas las rutas, se analizan las alternativas de redes de aprovechamiento desde el cálculo del número de nodos (puntos fijos de recolección), mediante las herramientas y las técnicas de redes, para finalmente simular el comportamiento de n propuestas, cada simulación muestra mejoras promedio entre una y otra alternativa del 5%, lo cual supone a su vez que deben hacerse n simulaciones para obtener ahorros significativos o por lo menos de 2 cifras porcentuales, la cuales son las que se presentan como alternativa final.



Figura 1. Ejemplo Micro ruta Sector Industrial de Sogamoso

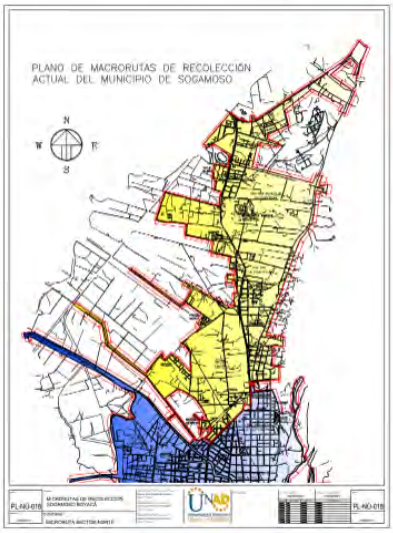


Figura 2. Ejemplo Macro ruta Sector Sur de Sogamoso

Finalmente, para las propuestas definitivas se aplican los cálculos matemáticos de la teoría de Redes y la programación dinámica para establecer la dirección del ruteo, distancias y distribución en zona de los nodos (contenedores) para el servicio público de aprovechamiento de los residuos sólidos producidos (Ver Figuras 3 y 4), utilizando en cada una de las micro rutas los coeficientes de:

1. Población actual y futura. La población de la localidad en estudio para el año 2021.

2. Producción media de RSU (Residuos Sólidos Urbanos - Pr). La producción per cápita, PPC, se define como la cantidad generada de residuos por un habitante por día (Kg/[habitante*día]).

3. Producción de diseño para la pre recogida y recogida. a. Factores punta de generación y b. Producción de diseño.

4. Diseño de los sistemas para la pre recogida (nodos o contenedores).

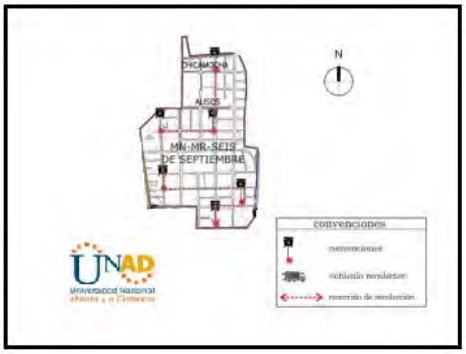


Figura 3. Ejemplo definición de nodos, distancias y dirección del ruteo en la Micro ruta Sector Seis de Septiembre de Sogamoso



Figura 4. Simulación de redes en Promodel

Diseñadas las micro rutas y sus redes de aprovechamiento, cabe una discusión en el alcance y aplicación de los resultados, partiendo de la norma establecida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Departamento Nacional de Planeación, 2016, que indica: “En aquellos casos en que el aprovechamiento resulte viable, de acuerdo con los estudios y evaluaciones del PGIRS, el ente territorial tendrá la obligación de contar con los recursos para los proyectos que se establezcan en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)”, sin embargo dadas las circunstancias y los gastos que esto implica y que además deben ser aprobados por el Concejo municipal se entra en una etapa de necesidad territorial para convencerse de su uso y aplicación sin que esto afecten otros intereses y planes municipales que se hayan proyectado en los planes de ordenamiento territorial y los de Gestión Integral de Residuos sólidos.

Además porque tiene que aplicarse planes de incentivos para aumentar la eficiencia de recolección en la fuente generando esto descuentos en facturas y otros gastos administrativos que igual deben ser considerados por el ente territorial, de acuerdo a la norma del propio Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Departamento Nacional de Planeación, 2016, que indica “Aquellas macro rutas de recolección de residuos aprovechables, que tengan niveles de rechazo inferiores al 20% de los residuos presentados, les será otorgado un incentive a la separación en la fuente (DINC). Este incentivo se mantendrá siempre y cuando los porcentajes de rechazo no superen dicho valor”.

III. CONCLUSIONES

Se diseñan las rutas denominadas redes de aprovechamiento utilizando las técnicas y teoría de redes, encontrando para ellas el número de nodos (contenedores) que debe ser instalados según la satisfacción de su demanda, las distancias y la concentración poblacional sirven de apoyo en la determinación de su ubicación para interconectarlas según las condiciones de la norma de dirección y frecuencia de recogida.

Se simula el comportamiento de las propuestas, utilizando software de diseño y ubicación donde las distancias entre rutas y una y otra propuesta se reducen según las condiciones de optimización en porcentajes medios del 13% al 19%, considerados como ahorros promedio de distancia para justificar la inversión en dinero que se invierten para el desarrollo de las operaciones de recolección y transporte de los residuos sólidos.

Las técnicas de simulación realizadas en BatchGeocode y Promodel sobre la cartografía real de las condiciones de la ciudad de Sogamoso ofrecen una mejor planeación de actividades y una definición de ruta crítica más exacta, la cual se considera prioritaria en la culminación del proceso de recolección de los residuos sólidos, donde se conectan los nodos de mayores distancias entre sí y consideran los de menor distancias como actividades con holguras que están dentro de las primeras y deben realizarse simultáneamente.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a la UNAD por el aporte académico con asignación de recursos físicos, técnicos y financieros para el desarrollo del proyecto. A las autoridades territoriales del municipio de Sogamoso por facilitar información clave para el estudio de investigación y a la Asociación de Recicladores por el Futuro de Sogamoso – ARFUSOG, por coadyuvar con recursos técnicos y operativos para la recolección y toma de datos en campo.

REFERENCIAS

Alcaldía de Bogotá. (s.f.). *Documento técnico para la actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo.* Recuperado de http://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/documentos/DTO%20Aprovechamiento%20Anexo%202%20Versio%CC%81n%20publicacio%CC%81n%20para%20comentarios%2002-04-2019.pdf

Autodesk, (2019). *Autocad*. Recuperado de https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview

Boada, A. (2003). *El reciclaje, una herramienta no un concepto*. Recuperado de http://www.ingenieroambiental.com/4014/reciclaje5.pdf

García, M. (2015). *Actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos- pgirs - del municipio de Sogamoso- Boyacá.* Recuperado de https://sogamosoboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/sogamosoboyaca/content/files/000064/3176_pgirssogamoso20162027-1.pdf

Garcia, J. & Maheut, J.(2011). *Modelos y Métodos de Investigación de Operaciones. Procedimientos para Pensar*. Recuperado de https://www.academia.edu/13631735/Modelos_y_Metodos_de_Investigacion_de_Operaciones_Procedimientos_para_Pensar

García, E., García, H. & Cárdenas, L. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. México, México: Pearson. Recuperado de https://jrvargas.files.wordpress.com/2015/04/libro-simulacic3b3n-y-anc3a1lisis-de-sistemas-2da-edicic3b3n.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio & Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Decreto 596 de 2016*. Recuperado de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=69038

Taha, H. (2012). *Investigación de Operaciones*. México, México: Pearson educación.

Arquitectura software de referencia para la gestión de la información de salud basada en tecnología Blockchain

Edgar Roberto Dulce Villareal
James Hernán Betancourt Romo
Doctorado en Ciencias de la Electrónica
Ingeniería de Telecomunicaciones
UNAD, Colombia
edgar.dulce@unad.edu.co
james.betancourt@unad.edu.co

Jaime Benavides Castillo
Fredy Alberto Varón Guzmán
Ingeniería Electrónica
UNAD, Colombia
jgbenavidesc@unadvirtual.edu.co
favarong@unadvirtual.edu.co

Resumen - La asistencia sanitaria siempre ha sido fundamental para la sociedad, donde las emergencias en salud surgen todos los días, causando dolencias y enfermedades que se deben diagnosticar, tratar y manejar. Es una necesidad para todas las personas contar con servicios de salud de calidad, eficiencia, seguridad y con transparencia. Tener funcionando estos servicios presenta retos tecnológicos en salud, tales como almacenamiento, consulta y transmisión de datos, además, su implementación está asociada a la disminución de la morbilidad y mortalidad.

En los últimos años, se ha demostrado que el intercambio de información entre instituciones médicas beneficia a la industria sanitaria, conllevando una mejor atención y servicio hacia el paciente. Hoy en día se presentan múltiples problemas derivados de la incertidumbre de contar con una información pertinente, completa, disponible y confiable. Esto adiciona desafíos relacionados con el rendimiento, seguridad, interoperabilidad, acoplamiento, entre otros factores que exhiben los actuales sistemas de información en salud en la administración de los Registros Médicos Electrónicos (EHR).

El campo sanitario se investiga diariamente en muchos campos, en nuestro caso, relacionado con la tecnología Blockchain, directamente en los procesos de gestión de la información referente a la salud y el cómo mejorar la disponibilidad, trazabilidad, confidencialidad, integridad, interoperabilidad, entre otras características propias de la información de calidad.

En la presente investigación se propone Diseñar una arquitectura software de referencia, que sirva como una herramienta para la gestión de información sensible a la salud utilizando tecnología Blockchain.

Palabras clave— Arquitectura de software; blockchain; salud.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En el proceso de investigación se incluyen tres fases esenciales: Exploración, Formulación y Evaluación, adaptadas de Metodología de la investigación Científica y Tecnológica de Cegarra [1]. En la Figura 1 se presentan las actividades, posteriormente se describen:



Figura 1. Proceso de desarrollo de la investigación.

Exploración: en esta actividad se utilizará como estrategia metodológica la guía para revisiones sistemáticas de literatura en ingeniería de software de Kitchenham [2], utilizando el método sugerido por Petersen [3], con el fin de establecer y evaluar los atributos de calidad, tácticas y patrones arquitectónicos que guían el desarrollo de las arquitecturas de referencia.

Formulación: pretende definir los componentes de la arquitectura software de referencia, utilizando la descripción de una arquitectura de referencia basada en patrones [4], descrita en varios casos reales mencionados por [5].

Evaluación: en esta actividad, la arquitectura de referencia permitirá evaluar la viabilidad y factibilidad en el departamento de Nariño, mediante estudios de caso prácticos siguiendo la metodología de Runeson y Höst [6]. Esto incluye la utilización del método de evaluación de la arquitectura propuesto por Bass [7]. Con base en los resultados, se analizan oportunidades de mejora y se ajusta la arquitectura para obtener una arquitectura valida y ajustada

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto se encuentra en la fase de Exploración, hasta la fecha (julio de 2021) se ha realizado un Mapeo Sistemático de Literatura (SMS), cuyo resultado fue publicado en el marco del Third International Workshop on Gerontology (IWoG 2020) realizado en el mes de noviembre de 2020. El resultado de este mapeo se publicó en Springer LNBE como "The Role of the Blockchain Technology in the Elderly Care Solutions: A Systematic Mapping Study" [8].

En este mapeo se obtuvieron algunas conclusiones:

"La mayor parte de la investigación realizada sobre la tecnología Blockchain en la salud de las personas, se centra en cuestiones como el almacenamiento, la seguridad y la privacidad de los datos confidenciales.

Blockchain tiene muchas características de seguridad que incluyen confidencialidad, anonimato, descentralización, integridad, disponibilidad, no repudio y trazabilidad de datos, que la convierten en una tecnología ideal para el apoyo de servicios, sistemas y productos, que en el campo del cuidado de la salud son necesarios para mejorar la calidad de vida a las personas.

No existe un denominador común para el tipo de blockchain utilizado en los trabajos analizados, aunque la mayoría prefieren blockchain privada, en la que existe un mayor control sobre el registro, transmisión y consulta de datos. Por otro lado, existen soluciones que por su complejidad o diseño, integran dos tipos diferentes de blockchain, aprovechando los beneficios de cada uno de ellos."

Actualmente, se adelanta otro SMS mucho más maduro y focalizado hacia el desarrollo de la investigación que el anterior y el cual tiene como objetivo dar una mejor dirección a la investigación. El SMS permitirá identificar, clasificar y perfilar algunos aspectos de la investigación en relación con la tecnología blockchain en un entorno sanitario.

A continuación, se presentan los aspectos más relevantes del SMS que se adelanta actualmente:

A. Descripción del protocolo de investigación

Seleccionamos la metodología de Petersen [3] para la realización de la SMS. El propósito del estudio es explorar el campo de la tecnología blockchain en relación con la arquitectura de software en el campo de la salud. Los SMS nos permitirán identificar y clasificar temas de investigación en la tecnología blockchain relacionados con las soluciones de atención médica. Además, se pueden combinar diferentes facetas del esquema para responder preguntas de investigación más específicas. Un SMS se divide en varios pasos a saber, la definición de las preguntas de investigación, la realización de la búsqueda, la búsqueda de artículos relevantes, la redacción de palabras clave mediante resúmenes y la extracción de datos.

B. Preguntas de investigación

El primer paso en un SMS es definir las preguntas de investigación que el estudio debe responder.

Para la búsqueda de estudios primarios relacionados, se definieron las siguientes preguntas de investigación:

- RQ1: ¿Cuáles son las características generales de las investigaciones seleccionadas?
- RQ2: ¿Qué soluciones de arquitectura de software se han propuesto para las aplicaciones software basadas en blockchain en el ámbito de la salud?
- RQ3: ¿En qué áreas, campos o sectores de la salud están enfocadas las soluciones de arquitectura blockchain propuestas?
- RQ4: ¿Cuáles son las bondades y desafíos de utilizar blockchain en aplicaciones informáticas del sector salud?
- RQ5: ¿Cómo se realizó la validación de la arquitectura propuesta, son experimentos, pruebas de concepto, estudios de caso o se han descrito únicamente?
- RQ6: ¿Qué tipo de decisiones de diseño se ha propuesto con respecto a patrones de diseño arquitectónico, tácticas, estrategias de arquitectura y cuáles son las razones de su aplicación?
- RQ7: ¿Qué atributos de calidad se han priorizado en las arquitecturas blockchain en salud propuestas?

C. Realizar la búsqueda

El segundo paso es buscar y recopilar todos los artículos de investigación relacionados con la tecnología blockchain en relación con las soluciones de arquitectura referentes a la salud, basándose en una cadena de búsqueda específica construida a partir del contexto de la investigación y las preguntas de la investigación. Elegimos la siguiente cadena de búsqueda:

(Software OR System OR ecosystem) AND (architecture OR architectural OR architecting) AND (pattern OR attribute OR tactic OR view OR strategy OR "trade-off" OR "design decision" OR style) AND (Blockchain) AND (Health OR healthcare)

Una vez identificadas las palabras clave para la tarea de búsqueda, seleccionamos las bases de datos electrónicas relevantes para realizar la búsqueda, el análisis de los resultados de [9], quienes brindan un listado de bases de datos importantes en el campo de la Ingeniería y la Computación. Luego, para enfocar la búsqueda, se acotó esta lista obteniendo las 4 bases de datos que cubren los congresos y revistas más importantes en el campo de la tecnología. Seleccionamos cuatro bases de datos científicas para realizar nuestra búsqueda: ACM Digital Library, Scopus, IEEE Explore y Web of Science. Usamos un diagrama de burbujas para reportar las frecuencias que se muestran en la Figura 2, en la que se puede ver el número total de artículos categorizados por tipo de artículo, en cada una de las bases de datos.

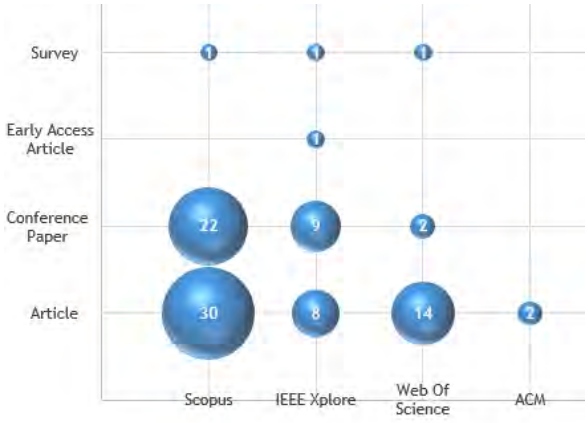


Figura 2. Visualización del número de artículos obtenidos, por tipo en cada una de las bases de datos

D. Búsqueda de artículos relevantes

En la Tabla 1. Se muestran los criterios de inclusión (I) y exclusión (E) para agregar o eliminar artículos al análisis

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

Inclusión	Exclusión
I1: Artículos publicados en los últimos cinco (5) años (2015 - 2020)	E1: Informes técnicos y documentos que se encuentran disponibles en forma de resúmenes, encuestas o presentaciones (literatura gris) y estudios secundarios (SMS)
I2: Si Varios artículos están relacionados con el mismo estudio, solo se selecciona el más reciente.	E2: Artículos en idiomas distintos al inglés o español.

I3: Si un artículo describe más de un estudio, cada estudio se evalúa individualmente.	E3: Estudios que no estén relacionados con la cadena de búsqueda directamente.
I4: Si existen versiones cortas y completas del mismo estudio, esta última es el que se incluye.	E4: Artículos identificados con el tipo Articulo (Paper Journal), Documento de conferencia y artículo de EarlyAccess

E. Palabras clave utilizando resumen

Una vez que se han definido los criterios de inclusión y exclusión, la siguiente etapa en el SMS, después de encontrar los artículos relevantes a través de resúmenes son las palabras clave. En esta etapa, utilizamos el proceso definido por [3], como se muestra en la figura 3. Los títulos y resúmenes (y en ocasiones la introducción y las conclusiones), son revisados para identificar aquellos considerados irrelevantes para los temas estudiados. Una vez aplicados estos criterios, se leerán detenidamente todos los artículos.

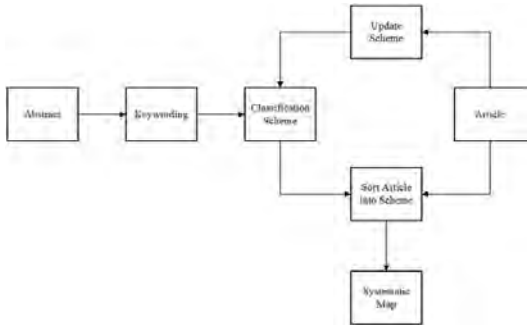


Figura 3. Construyendo el esquema de clasificación

Actualmente el SMS está en la etapa de clasificación de los resultados.

Paralelamente al SMS descrito anteriormente, se está desarrollando un caso exploratorio en alianza con el Hospital Universitario Departamental de Nariño, que busca generar un estudio de caso tendiente a la gestión de información de la salud a través de la plataforma de blockchain Hyperledger Fabric y el cual servirá como insumo para validar la arquitectura generada en este proyecto. En este proyecto, se está avanzando en la conformación de los grupos focales que permitirán obtener directamente algunos parámetros globales sobre la información gestionada en un centro de salud real, posteriormente se analizará y desplegará un piloto blockchain, para administrar esta información. Vale la pena resaltar que este proyecto desarrollado entre el la UNAD y el Hospital Universitario Departamental de Nariño se encuentra en desarrollo dentro de las convocatorias de proyectos PIE de la UNAD.

III. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el SMS realizado anteriormente y la formulación de la propuesta se pueden obtener conclusiones parciales:

Hay muchos desafíos relacionados a la tecnología Blockchain, uno de ellos es la falta de arquitecturas o modelos maduros que permitan brindar elementos claros para futuros desarrollos que implementen blockchain. El uso de prácticas de ingeniería de software en sistemas basados en blockchain para mejorar la interoperabilidad del ecosistema sanitario es leve.

El SMS encontró pocos estudios dedicados a problemas de ingeniería de software, tales como: el proceso de desarrollo, la ingeniería de requisitos y el aseguramiento de la calidad. Además, se deben abordar los problemas de escalabilidad, rendimiento y latencia. Asimismo, es necesario profundizar en las pruebas de concepto y generación de productos prácticos.

Este proyecto busca desarrollar una base conceptual sobre los aspectos arquitecturales para soportar mediante una arquitectura de referencia, la toma de decisiones que integren sistemas de información en salud con la tecnología Blockchain, para gestionar información sensible con altas expectativas de seguridad y confiabilidad de la información.

REFERENCIAS

[1] J. Cegarra, *metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*. Madrid: Díaz de Santos, 2004.

[2] B. Kitchenham and P. Brereton, "A systematic review of systematic review process research in software engineering," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 55, no. 12, pp. 2049–2075, 2013, doi: 10.1016/j.infsof.2013.07.010.

[3] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson, "Systematic mapping studies in software engineering | Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering," in *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 2008, pp. 68–77.

[4] F. andOtros Buschmann, "Pattern-Oriented Software Architecture. Wiley. Obtenido de." 1996, [Online].

[5] V. Stricker, K. Lauenroth, P. Corte, F. Gittlerc, S. De Panfilis, and K. Pohl, *Creating a reference architecture for service-based systems - A pattern-based approach*. IOS Press, 2010.

[6] P. Runeson and M. Höst, "Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering," *Empir. Softw. Eng.*, vol. 14, no. 2, p. 131, 2008, doi: 10.1007/s10664-008-9102-8.

[7] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman, *Software Architecture in Practice , Second Edition*. Westford: Pearson Education, 2003.

[8] E. Dulce and J. Hurtado, "The Role of the Blockchain Technology in the Elderly Care Solutions: A Systematic Mapping Study," in *Gerontechnology III*, 2021, pp. 23–34.

[9] T. Dyba, T. Dingsoyr, and G. K. Hanssen, "Applying Systematic Reviews to Diverse Study Types: An Experience Report," in *First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007)*, 2007, pp. 225–234, doi: 10.1109/ESEM.2007.59.

Implementación de un sistema de monitoreo basado en IoT para la biofábrica SENA Regional Cauca

Maria Alejandra López Hurtado
Nancy Amparo Guaca Girón
Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
alejandra.lopez@unad.edu.co
nancy.guaca@unad.edu.co

Diana Gutiérrez
Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
dianagutierrez8659@gmail.com

Resumen - La lombricultura es una práctica muy valorada en el contexto agropecuario debido a la posibilidad de reciclar materia orgánica y producir abonos naturales que son aplicados a los cultivos para lograr lo que se conoce como sistemas de producción limpia. En el centro Agropecuario de la Regional Cauca del Servicio Nacional de Aprendizaje se ubica una unidad de lombricultura que desarrolla un proceso convencional de fabricación de humus y requiere el desarrollo de un sistema que permita monitorear las variables físicas y ambientales del lombricario que determinan la supervivencia y el éxito de la cría de lombrices con miras a garantizar un ambiente controlado y de esta manera maximizar la producción que allí se realiza.

El sistema diseñado se espera replicar en los productores de la región dada su vocación agrícola y pecuaria y la orientación que se realiza a los aprendices de la regional enfocada en el emprendimiento y los sistemas autosostenibles.

Palabras clave: agricultura inteligente, Internet de las cosas IoT, , lombricompost, sensores, sostenibilidad, telemetría.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo del trabajo se realiza siguiendo la metodología Top Down de Cisco pues proporciona procesos y herramientas tendientes a cumplir con los requerimientos del usuario y se enfocan en los objetivos de la organización.

Se consideraron las significativas ventajas en cuanto a funcionalidad, disponibilidad, escalabilidad, accesibilidad y seguridad que aporta la metodología y como criterio ponderante se considera el enfoque que se da a atender puntualmente las necesidades del usuario, haciendo un análisis exhaustivo de las condiciones particulares del entorno para dar una solución acorde.

Siguiendo el planteamiento de la metodología, se analiza el problema para posteriormente identificar y caracterizar las variables críticas que deben ser monitoreadas, se realiza la visita a la unidad productiva con el fin de identificar el entorno físico y se entrevista al personal encargado para establecer rangos y parámetros óptimos de operación.

Posteriormente se analizan las tecnologías existentes para el despliegue de la solución, se caracterizan los sensores disponibles en el mercado para cada una de las variables, seleccionando los que se consideran óptimos.

Se estableció un plan de pruebas, se realizó la configuración de los equipos y el sistema web, en

el marco del desarrollo de un prototipo de prueba en el cual se obtuvieron los resultados para finalmente evaluar el comportamiento del sistema instalado.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El concepto de IoT exige que la tecnología sobre la cual se soporta el sistema diseñado cumpla con parámetros como el bajo consumo de potencia, tamaño mínimo de mensajes a transmitir, baterías de larga duración y largo alcance de la red. Sigfox es una tecnología que cumple con los lineamientos que se establecen para este tipo de sistemas y representa ventajas significativas relacionadas con la implementación y la simplificación del hardware, siempre y cuando se esté trabajando sobre las áreas de cobertura en las cuales opera. La selección de Sigfox se define a partir de la comparación de diferentes tecnologías LPWAN disponibles para la solución, donde se analizan parámetros operacionales y técnicos como ancho de banda, frecuencia de trabajo, modulación empleada, consumo de potencia, costos, cobertura, entre otros, que dan como resultado a Sigfox como la opción acorde a los requerimientos del proyecto y a las condiciones de un sistema IoT.

Se identificaron como variables físicas críticas para la lombricultura la temperatura del suelo, que debe garantizarse entre 20 y 25°C, la humedad de este que puede oscilar entre 70 y 80% y la intensidad lumínica del entorno que debe ser nula. Estas variables deben ser monitoreadas con sensores aptos para las condiciones medio ambientales del sistema de lombricultura que se caracteriza por ambientes húmedos, que incluyen diferentes tipos de sustancias como materia orgánica y lixiviados, lo cual representa un entorno agreste para los dispositivos

Caracterizadas las variables, se establece que el sistema de monitoreo incluya un arreglo de sensores seleccionados a partir de sus características físicas y operacionales, que se ubican en puntos específicos de las camas para cubrir toda el área de interés. Los sensores se conectan a una tarjeta multipropósito de la tecnología Sigfox, encargada de transmitir la información hacia su backend y de ahí a una plataforma web (Ubidots).

Los sensores utilizados en el prototipo cuentan con una precisión y resolución aceptables de acuerdo con los análisis realizados en cuanto a la comparación de los datos arrojados por el prototipo y el instrumental convencional de la unidad de lombricultura. La selección de sensores se realizó a partir de rúbricas de evaluación donde se analizó como criterio ponderante la adaptabilidad al medio de operación que se compone de un sustrato con condiciones físico - químicas complejas como la humedad y el PH.

La Figura 1 muestra las mediciones realizadas con termómetro convencional y con el sensor DS18B20, seleccionado para esta variable, y se establece que su precisión es aceptable pues la diferencia máxima presentada fue de 0.5°C, valor despreciable para la variable en consideración y los objetivos del proyecto.

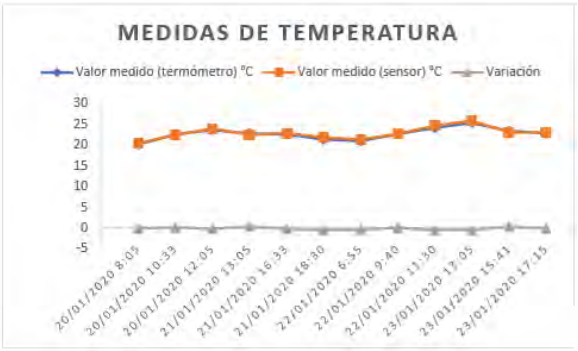


Figura 1. Comparación de medidas de temperatura

Para la variable humedad el sensor seleccionado permite medir la conductividad del suelo, si el suelo está muy húmedo mayor será la conductividad y si el suelo está muy seco la conductividad será menor, lo que corresponde a valores análogos de 0 (suelo muy húmedo) y 1023 (suelo seco). La Figura 2 evidencia que las medidas se acercan en todos los casos, aunque la diferencia es un poco más alta que en la temperatura, pero de todas maneras se considera aceptable para los rangos manejados en la unidad de lombricultura. Para esta variable se tomaron

más datos, simulando las condiciones extremas posibles: sustrato muy seco, en condiciones normales o muy húmedo, encontrando un comportamiento similar en todas las medidas.

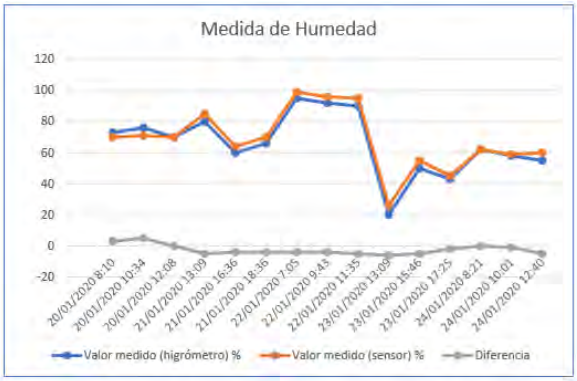


Figura 2. Comparación de medidas de humedad

En cuanto a la medida de intensidad lumínica se parte de la calibración del sensor pues es un componente cuya resistencia interna varía en función de la luz percibida. A más luz, menor resistencia eléctrica e inversamente. Como entrega valores entre 0 y 1023, en la programación de la tarjeta de prueba se realiza la conversión de la lectura análoga a porcentaje.

Las medidas de esta variable se comparan con la percepción del personal a cargo ya que no se cuenta con un luxómetro para medir con exactitud la luminosidad y para el proyecto se requiere garantizar de manera permanente intensidad lumínica nula del entorno por la condición de fotofobia de las lombrices,

Para el sistema web de visualización de datos por parte de los productores, se realiza el registro en la plataforma Ubidots[1], bajo el plan STEM estándar, que otorga una licencia no comercial para el desarrollo del proyecto.

Se crea el dispositivo con las 3 variables que se han definido: humedad, temperatura y luminosidad como se muestra en la Figura 3. El envío de los datos desde cada uno de los sensores instalados en el prototipo se ha programado cada 10 minutos, para no exceder el límite máximo de mensajes enviados que admite la tecnología Sigfox.. El sistema permite realizar la consulta permanente de la información por parte del usuario de una manera amigable y de fácil seguimiento, además permite la evaluación permanente de los parámetros críticos de la unidad productiva, brindando información en tiempo real de las condiciones físicas de las camas de lombrices y del entorno en general, logrando una verificación constante de las condiciones para la toma de decisiones y la maximización de la producción de lombricompost y humus líquido.



Figura 3. Visualización de los datos en la plataforma Ubidots

III. CONCLUSIONES

La agricultura de precisión es un campo interdisciplinar con gran auge y potencial teniendo en cuenta el amplio campo de acción con que cuenta; allí, los sistemas de monitoreo basados en IoT representan una importante línea de trabajo a nivel regional pues tradicionalmente la agricultura ha sido el principal renglón económico del sector y, por lo tanto, este sistema resulta replicable para las zonas rurales donde se ubican los productores.

El monitoreo de las variables físicas críticas identificadas para la lombricultura; y humedad del suelo y la intensidad lumínica del entorno permite un sistema de producción controlado pues

[1] Ubidots es una plataforma para IoT que habilita la toma de decisiones a empresas de integración de sistemas a nivel global. Este producto permite enviar datos de sensores a la nube, configurar tableros y alertas, conectarse con otras plataformas, usar herramientas de analítica y arrojar mapas de datos en tiempo real. Es decir, hacer una gestión completa de los datos capturados para que las decisiones que toma la compañía sean informadas y precisas

éstas propician las condiciones de hábitat ideal para el adecuado desarrollo de la lombriz roja californiana, especie eficiente en la producción de lombricompost con miras a incrementar el despliegue de sistemas agrícolas limpios, a partir del uso de abonos 100% orgánicos.

El diseño del sistema e implementación del prototipo plantea el escenario para la posible réplica en entornos reales asociados a productores agropecuarios de la región, promoviendo el concepto de agricultura limpia y reduciendo el uso de fertilizantes artificiales que resultan nocivos para la producción y su posterior consumo.

AGRADECIMIENTO

A los instructores y aprendices del Centro Teleinformática y Producción Industrial y al Centro Agropecuario del SENA Regional Cauca, por su apoyo, colaboración y buena disposición en el proceso investigativo. En especial a la instructora Socorro Anaya por su constante colaboración en la realización del proyecto.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD por la destinación de tiempo para el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

[1] D. M. Guauque Sánchez, «Universidad Militar Nueva Granada,» [En línea]. Available: http://hdl.handle.net/10654/16549.

[2] M. Gómez-Brandón, «Efecto de las lombrices de tierra en la estructura y función de las comunidades microbianas en el proceso de descomposición de la materia orgánica,» Revista Ecosistemas, pp. 155-162, 2011.

[3] L. A. Lopez Erazo, «Diseño e implementación de una planta de producción de lombricompost a escala piloto y un invernadero en el corregimiento del ingenio municipio de Sandona,» 2012. [En línea]. Available: http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/86376.pdf.

[4] D. F. Cuéllar y L. Rotavisky Guerrero, «Diseño experimental: un enfoque a la reproducción de las lombrices.,» ICESI, 213. [En línea]. Available: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76623/1/dise%C3 %B1o_experimental_enfoque.pdf.

[5] O. Carretero, «Estudio de viabilidad para el manejo y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante la creación y puesta en funcionamiento de una empresa dedicada a la lombricultura, en el Municipio de Orito Putumayo,» 2011. [En línea]. Available: http://45.5.172.45/bitstream/10819/1468/1/Estudio_Orito_Putumayo_Carretero201 1.pdf.

[6] P. Llaneza González, Seguridad y responsabilidad en la internet de las cosas (IoT), Wolters Kluwer España, 2018.

[7] D. F. Balcazar Hoyos y J. J. Lemos Elvira , «Repositorio Unicauca,» Abril 2019. [En línea]. Available: http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/1776/MODELO%20PARA%20LA%20CONSTRUCCI%c3%93N%20DE%20ECOSISTEMAS%20SOCIALES%20DE%20OBJETOS%20INTELIGENTES%20IOT.pdf?sequence=1&i sAllowed=y.

[8] T. Mendieta, J. Herrera y A. Jimenez Peña , «La Capacidad del IOT de Transformar el Futuro,» Revista Avenir, pp. 15-18, 2019.

[9] E. Pasqua, «IoT Analytics,» 2020. [En línea]. Available: https://iotanalytics.com/5-things-to-know-about-the-lpwan-market-in-2020/.

[10] IoT Analytics, «5 things to know about the LPWAN market in 2020,» Enero 2020. [En línea]. Available: https://iot-analytics.com/5-things-to-know-about-the-lpwanmarket-in-2020/.

[11] IoT Analytics, «LPWAN emerging as fastest growing IoT communication technology,» Septiembre 2018. [En línea]. Available: https://iot-analytics.com/lpwanmarket-report-2018-2023-new-report/

Diseño de un nuevo control de seguridad de la información basado en la GTC-ISO-IEC 27002:2015 para los entornos de trabajo remoto emergentes por la COVID-19

German Andrés Gutiérrez Peña
Maestría en Gestión de Tecnología de Información
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
andriupe@gmail.com

Resumen – Este trabajo propone la creación de un nuevo control de seguridad de la información basado en la norma colombiana GTC-ISO/IEC 27002:2015 para la protección de la información empresarial sobre los nuevos escenarios de trabajo remoto, derivados por las medidas de contención del virus Covid-19. En cuanto a esto, las empresas colombianas como de otras naciones, trabajan en ser resilientes para sostener su economía, esto las ha llevado a renovar su estructura de trabajo hacia el esquema de trabajo remoto. No obstante, muchas organizaciones ignoran las amenazas a las que se encuentra expuesta su información empresarial y los impactos que podrían desencadenar la materialización de algún riesgo informático. La protección de la información empresarial es una preocupación cada vez más nombrada por las organizaciones y aún más en medio de la actual disyuntiva del trabajo remoto. En el caso de la implementación del SGSI en las organizaciones que aspiran obtener la certificación ISO 27001 en medio de este tiempo post-pandemia, es importante considerar las implicaciones operativas y jurídicas que requieren los actuales controles de seguridad expuestos en la vigente norma colombiana GTC-ISO/IEC 27002:2015. Adicionalmente, es esencial tener en cuenta la insuficiencia de la actual norma GTC-ISO/IEC 27002:2015 para la seguridad de la información sobre los escenarios de tipo pandemia. La actual realidad post-covid requiere la creación de nuevas directrices de seguridad las cuales son presentadas y demostradas mediante el presente trabajo.
Palabras clave – Seguridad de la información, amenaza, riesgo, controles, SGSI, trabajo remoto.

I. MATERIALES Y METODOS

A. Caso de estudio

ProCibernetica es una empresa colombiana especializada en servicios de consultoría para la integración de soluciones tecnológicas que conlleven al cumplimiento de objetivos de negocio de sus clientes. En el marco de la pandemia de la covid-19, la cual ha obligado a la sociedad colombiana y del mundo entero en general a establecer medidas de confinamiento y aislamiento social para mitigar la propagación del virus. Para ProCibernetica es primordial la seguridad de la información y requiere en todo momento aplicar los adecuados controles de seguridad, inclusive en medio de la actual problemática y su nueva operación de trabajo remoto desde casa, para esto ProCibernetica requiere:

- Disponer de la tecnología idónea que garantice la seguridad de su información sin importar el tipo conexión a internet de sus colaboradores remotos.
- Contar con una solución de tipo plug & play para facilitar el uso e instalación a sus colaboradores no técnicos.
- Lograr eludir responsablemente los costos adicionales que le ocasionaría incursionar en la modalidad del Teletrabajo en medio de la crisis post-covid.

Considerando de antemano la importancia de la seguridad de la información para ProCibernetica, se

contempla reconocer el panorama actual de amenazas informáticas relacionadas con toda la situación de crisis post-covid y riesgos a los que estaría expuesta ProCibernetica en caso de no tomar medidas.

B. Amenazas informáticas Pos-Covid

La aparición de la covid-19 ha traído también repercusiones en el ámbito cibernético, dando origen al incremento de múltiples amenazas cibernéticas por parte de ciberdelincuentes y la manifestación de nuevas vulnerabilidades sobre los diferentes sistemas de las organizaciones, a causa de que sus plataformas no estaban preparadas para este nuevo escenario, inexistencia de procedimientos, políticas adecuadas, campañas de concientización y gestión de riesgos. (Berrios, 2020) [1].

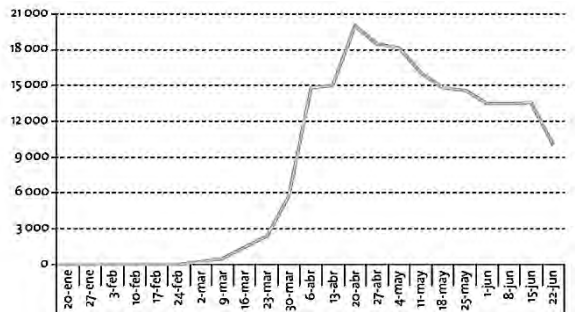


Figura 1. Aumento exponencial de ciberataques semanales relacionados con la covid-19 en el año 2020, detectado por Check Point**.** (Trends, 2020) [2].

Ante este alarmante panorama las organizaciones resueltas a fortalecer sus sistemas y políticas de seguridad, recurren comúnmente al código de prácticas y controles de seguridad GTC-ISO/IEC 27002:2015, el cual infortunadamente carece de controles de seguridad a la hora de proteger la información en escenarios de tipo pandemia. (BSI, 2021) [3].

C. Insuficiencia GTC-ISO/IEC 27002:2015

El control A.6.2.2 el cual se encuentra desde la página No. 10 de la norma técnica GTC-ISO-IEC colombiana 27002 de 2015, hace referencia a todo lo concerniente con el teletrabajo por medio del cual se constituyen las medidas de seguridad para la información independiente a la ubicación donde se esté efectuando el teletrabajo. La habilitación de esta modalidad obliga al empleador a cumplir rigurosamente con una serie de requisitos de tipo legal. (ISO/IEC 27002, 2015) [4].

El teletrabajo es una modalidad de trabajo densamente regulada bajo la Ley 1221 del 16 de julio de 2008 y actualmente vigente en materia laboral, la cual impone al empleador el cumplimiento a una serie de requisitos operativos y jurídicos, dentro de ellos: amparar al colaborador con: un puesto de trabajo, conexión a internet, servicio de luz, agua, telefonía, inspección domiciliaria para la valoración de los riesgos laborales, modificación al contrato del colaborador, reporte ante la ARL y el ministerio de trabajo acerca de la nueva modalidad. Esta estructura dificulta la probabilidad de que las empresas se adhieran a esta modalidad en medio de una situación de crisis, impacto económico y estado de emergencia como fue resuelto a través del decreto 417 del 17 de marzo del 2020. (Presidencia de la República de Colombia, 2020) [5].

El control No. A.13.1.2 el cual se encuentra desde la página No. 66 de la norma técnica GTC-ISO-IEC colombiana 27002 de 2015, se encarga de evocar las directrices para la seguridad de los servicios de red por medio del uso de tecnologías para la seguridad de la red de datos de la organización mediante el uso de equipos firewall y parametrización técnica para el control de acceso a los servicios y aplicaciones de red local y conexiones seguras mediante soluciones de seguridad gestionada. (ISO/IEC 27002, 2015) [4].

La aplicación de este control está enfocado a la seguridad de tipo perimetral para la protección de datos dentro de la organización, excluyendo la aplicación de medidas de seguridad para los nuevos puestos de trabajo distribuidos y operados remotamente.

Una vez declarados los anteriores vacíos en la GTC-ISO/IEC 27002:2015, se formula solventar mediante el uso de los siguientes nuevos controles.

D. Controles de seguridad Pos-Covid

El siguiente control de seguridad tiene como finalidad perfeccionar la actual GTC-ISO/IEC 27002:2015 para resarcir los vacíos que en efecto tiene dicha norma, en consecuencia, se busca dar continuidad a la actual norma y se presenta el nuevo dominio desde el numeral contiguo "A.19" de la estructura existente.

Tabla 1. Nuevo control de seguridad propuesto

A.19 SEGURIDAD TRANSVERSAL PARA LOS ENTORNOS DE TIPO PANDEMIA		
A.19.1 Trabajo remoto consensuado		
Objetivo: moderar las sobrecargas operativas, económicas y jurídicas para las organizaciones en medio de situaciones de crisis que exigen una reacción inmediata para el sostenimiento económico de la sociedad.		
A.19.1.1	Acogerse al modelo de trabajo permitido por excepción	Control Las organizaciones que, por asuntos de fuerza mayor como desastres, pandemias, crisis de salubridad, climáticas u otras. Se vean forzadas a realizar sus actividades de negocio de manera remota, deberían adherirse a los nuevos reglamentos flexibles permitidos por el respectivo ente gubernamental para dar continuidad a su operación.
A.19.2 Seguridad en las comunicaciones distribuidas		
Objetivo: Asegurar las operaciones de red y conectividad distribuida de los colaboradores		
A.19.2.1	Seguridad distribuida para las conexiones remotas	Control La organización debería contar con una solución tecnológica para la seguridad de los datos que son transmitidos por las redes remotas de tipo residencial desde donde los colaboradores establecen la conexión a internet para la realización de su trabajo.

Los presentes controles pueden ser utilizados como referencia por cualquier organización que desee y requiera proteger su información empresarial. (ISO/IEC 27002, 2015) [4].

Ahora bien, el optar por los controles mencionados anteriormente conduce a las organizaciones a emplear el uso de tecnologías y procedimientos determinados, tal como se verá a continuación.

E. Uso de prácticas y tecnología de seguridad

Para este caso se plantea la adherencia al trabajo en casa propuesto por la circular 021 de 2020 presentado por el Misterio del Trabajo y proyectado por el senado como proyecto de ley el cual dictamina las medidas de protección al trabajo en medio de la contención de covid-19 desatada por el estado de emergencia sanitaria; entendiendo que esta modalidad es diferente al teletrabajo y busca que los implementos de trabajo no sean impositivos, además no exige al empleador el lleno de los requisitos legales establecidos para el teletrabajo. (*Colombia Aprueba Proyecto de Ley Para Regular El Trabajo En Casa*, 2020) [6].

A continuación, se describe el procedimiento para disponer del trabajo remoto en la organización:

Tabla 2. Presentación de procedimiento

1. OBJETIVO DEL PROCEDIMIENTO		
Conllevar a la organización a la adopción de medidas de protección al empleo mediante las disposiciones legales permitidas por el ente gubernamental para la preservación económica en medio de situaciones de crisis sociales.		
2. ALCANCE DEL PROCEDIMIENTO		
Viabilizar la implementación de la modalidad del trabajo remoto en casa haciendo valer las bondades dispuestas de los ordenamientos emitidos por el ente gubernamental.		
3. CRITERIOS		
Los criterios a tener en cuenta para la puesta en marcha del trabajo remoto, son los siguientes: o Reconocer el estado de emergencia derivado por una situación de pandemia. o Programar un plan de contingencia para la continuidad del negocio. o Habilitar canales de comunicación para mantener el contacto con los colaboradores.		
4. PROCEDIMIENTO		
Actividad	Descripción	Responsable
Aprobación de la Dirección	Acordar con la dirección la nueva operación de trabajo remoto y definir los lineamientos.	Gerencia
Sustento legal	Explorar y confirmar vigencia de la reglamentación permitida para la situación ocasional y excepcional de trabajo remoto.	Área Jurídica
Planeación de ejecución	Establecer los cargos y funciones de los colaboradores que podrán trabajar remotamente.	RRHH

Una vez resuelta la modalidad de trabajo remoto bajo las mejores condiciones económicas y

jurídicas para la organización, se procede a la elección de la solución tecnológica propicia para el respaldo de la seguridad de la información en medio de los nuevos escenarios de trabajo remoto distribuido sobre las redes de tipo residencial de los colaboradores; la tecnología seleccionada se compone de una solución de acceso remoto seguro VPN site-to-site Wifi plug and play.

Este tipo de solución permite extender instantáneamente la red corporativa hacia cualquier sitio y su puesta en funcionamiento en el lado remoto es absolutamente simple y solo requiere que el colaborador conecte el dispositivo enchufable a la toma de corriente y hacia la conexión de red con el CPE que entrega su proveedor de servicio a internet, inmediatamente el dispositivo de manera automática establecerá una conexión de tipo VPN sitio a sitio contra la plataforma de la solución en la oficina central para ser auto aprovisionado y habilitar su funcionamiento en el hogar del colaborador bajo los mismos parámetros “SSID” y controles de seguridad establecidos localmente por la organización.

A continuación, se presenta el componente de hardware de la solución propuesta.

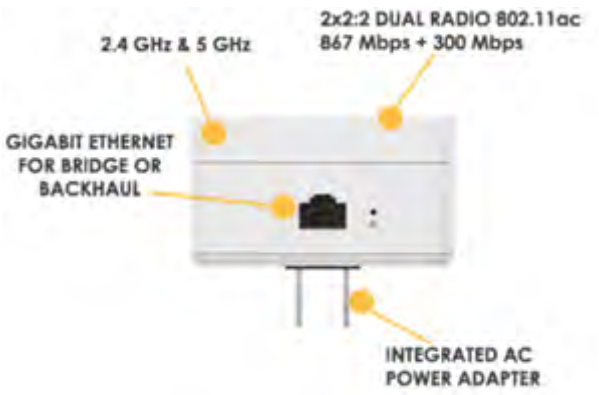


Figura 2. Componente de Hardware de la solución VPN Wifi plug and play**.** (*AP30 - Extreme Networks*, n.d.) [7].

La nueva solución propuesta se encuentra compuesta por un componente de hardware, en el lado remoto y un componente de software en el sitio central, red LAN de la organización.

A continuación, se presenta el componente de software de la solución propuesta.



Figura 3. Componente de Software de la solución de acceso seguro VPN Wifi plug and play. (*Network Control, Visibility & Automation - ExtremeApplications*, n.d.) [8].

La puesta en marcha de la solución de acceso remoto seguro VPN Wifi plug and play, exige un esfuerzo técnico por parte del área de IT solo en el lado de la sede principal en el cual se parametriza la plataforma para la automatización, gestión y aprovisionamiento. Desde el lado del colaborador remoto, no se requiere de conocimientos técnicos y basta solamente con establecer una conexión física al dispositivo. Bajo este esquema de red se establece un enlace lógico cifrado de extremo a extremo donde el lado remoto se convierte en una réplica exacta de la configuración local de red y políticas de seguridad con las que cuente la sede principal de la organización, de este modo la información lograra estar protegida y libre de amenazas atribuibles a manipulación y perjuicios por parte del usuario y del entorno. El diagrama topológico de la solución se refleja a continuación.



Figura 4. Esquema de red de la solución de acceso seguro VPN Wifi plug and play. (*ATAVRMC100 Hardware User Guide*, n.d.) [9].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La importancia de contar con un control de seguridad de la información para escenarios de tipo pandemia se fundamenta en las diversas teorías que predicen la posible existencia de futuras pandemias, tal como lo ha dicho el distinguido empresario informático estadounidense Bill Gates fundador de la empresa Microsoft, quien enuncia la propagación de una nueva pandemia dentro de los siguientes 3 años. (Micó, 2020) [10].
Adicionalmente se han descubierto evidencias científicas de gripe aviar de la cual podría emerger otra nueva pandemia. (Shi & Gao, 2021) [11].

La nueva crisis desatada por la covid-19 ha traído cambios radicales sobre la forma de trabajar, logrando romper el paradigma al que la sociedad venia acostumbrada y estableciendo un nuevo modelo de trabajo el cual ha dado resultados positivos a nivel de productividad y aceptación por parte de empleadores y colaboradores.



Figura 5. Encuesta de satisfacción a la aceptación de la modalidad de trabajo remoto (Rojas & Ruiz, 2020) [12].

De esta manera se evidencia que la modalidad de trabajo remoto se ha impuesto con gran fuerza y ha llegado para quedarse por un prolongado tiempo, incluso algunas organizaciones contemplan su adopción de manera indefinida debido a su flexibilidad y beneficios.

La modalidad de trabajo remoto habilitada mediante la circular 021 de 2020 permite a las empresas contar con alivios operativos, jurídicos y económicos mientras sus colaboradores trabajan remotamente y da lugar a la adquisición de las debidas herramientas tecnológicas de seguridad para la protección de la información empresarial.

La insuficiencia de la actual norma GTC-ISO/IEC 27002:2015 con relación a la limitación de sus controles de seguridad para proteger la información frente a nuevos escenarios, demostrada en el presente trabajo, se fundamenta en el surgimiento de nuevas normas en el último año como la ISO 27017 la cual fue creada para respaldar la seguridad de los datos en la nube. (BSI, 2021) [3].
El nuevo control de seguridad propuesto tiene como objetivo ser añadido como un control de seguridad adicional a los 114 controles de seguridad de la actual norma oficial GTC-ISO/IEC 27002:2015, para asegurar la información empresarial ante los nuevos escenarios de trabajo remoto por aislamiento social.
La solución tecnológica propuesta del fabricante Extreme Networks para el acceso remoto seguro VPN Wifi plug and play, hace total sentido a la seguridad de la información de ProCibernetica en el orden en que, se trata de una solución de última tecnología que previene de riesgos como:

- Propagación de malware e infiltraciones de seguridad por el establecimiento de conexiones inalámbricas sobre routers domésticos antiguos desatendidos por el fabricante, por lo tanto, no cuentan con actualizaciones de firmware ni parcheo de seguridad. (Pastor, 2019) [13].
- Conexión a redes wifi públicas inseguras.
- Omisión involuntaria del colaborador en el establecimiento de la conexión como sucede con las conexiones VPN client-to-site de la solución VPN de tipo software.

Frente a otras soluciones de acceso VPN, la solución de acceso remoto VPN Wifi plug and play propuesta con el AP30 de Extreme Networks difiere de otras soluciones en el sentido en que, la tecnología propuesta es una solución VPN de tipo hardware con características de seguridad mucho más sólida, robusta y menos propensa a ataques informáticos en comparación con las VPN de tipo software. (Wiesner & Craven, 2020) [14].

III. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha puesto en evidencia el impacto que ha traído para la seguridad de la

información empresarial las nuevas condiciones de trabajo remoto a las que obligatoriamente ha sido conducida la sociedad a causa del confinamiento obligatorio por la propagación de COVID-19.

El esquema del nuevo control de seguridad propuesto tiene como finalidad brindar las adecuadas directrices de seguridad de la información para las organizaciones que requieran proteger su información y aspiren a la implementación de un sistema de gestión y seguridad de la información SGSI en medio del actual escenario de trabajo remoto derivado por la covid-19.

En general se encuentra que la implementación de un esquema de seguridad de la información va más allá de la adquisición de una solución tecnológica y debe complementarse con la aplicación de procesos adecuados y oportunos que pueden favorecer los asuntos jurídicos de la organización.

En cuanto a la solución tecnológica presentada, esta fue descubierta mediante un ejercicio investigativo. No obstante, se confirma la existencia de otras tecnologías de seguridad de red con opción de despliegue en nube, como lo es la solución SASE “Secure Access Service Edge” la cual también podría ser compatible para los escenarios de trabajo remoto, más sin embargo esta no aplica para las necesidades específicas de ProCibernetica, ya que SASE cuenta con características de seguridad de puerta de enlace de manera nativa, mientras que en el caso de estudio se requiere habilitar un enlace totalmente seguro de extremo a extremo para replicar la seguridad de perímetro actualmente existente en la sede principal de ProCibernetica.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por brindarme las pautas de formación tanto como profesional y Magister, al Mg. Roberto Mauricio Cárdenas por su apoyo y acompañamiento en el proceso de desarrollo del presente proyecto, a la Dra. Diana Marcela Cardona directora del curso Gestión de Seguridad en TI por su valiosa asistencia y aclaraciones con relación a la temática del curso en el cual se fundamenta el presente proyecto.

REFERENCIAS

[1] Berrios, C. (2020). *Impacto del COVID-19 en la ciberseguridad de América Latina | Ciberseguridad LATAM*. https://www.ciberseguridadlatam.com/2021/02/14/impacto-del-covid-19-en-la-ciberseguridad-de-america-latina/

[2] Trends, C. A. (2020). *CYBER ATTACK TRENDS : 2020 MID-YEAR REPORT Table of Contents*.

[3] BSI. (2021). *ISO/IEC 27017 Controles de Seguridad para Servicios Cloud | BSI Group*. Nd.

[4] ISO/IEC 27002. (2015). *GTC ISO/IEC 27002, Tecnologia de información. Tecnicas de seguridad. Codigo de practicas para controles de seguridad de la información.* (Vols. 2015-07–22, Issue 571).

[5] Presidencia de la República de Colombia. (2020). *Decretos acerca del Covid-19*. Decreto de Emergencia 417 Del 2020, Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica En Todo El Territorio Nacional. https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid-19/decretos.html

[6] *Colombia aprueba proyecto de ley para regular el trabajo en casa*. (2020, December 12). https://www.semana.com/pais/articulo/aprueban-proyecto-para-regular-trabajo-en-casa-que-puntos-incluye/309595/

[7] *AP30 - Extreme Networks*. (n.d.). Retrieved July 14, 2021, from https://www.extremenetworks.com/product/ap30/

[8] *Network Control, Visibility & Automation - ExtremeApplications*. (n.d.). Retrieved July 14, 2021, from https://www.extremenetworks.com/products/extremeapplications/#cat-108

[9] *ATAVRMC100 .... Hardware User Guide*. (n.d.). Retrieved July 14, 2021, from https://docs.aerohive.com/330000/docs/help/english/ng/Content/hardware/ap/atom.htm

[10] Micó, A. B. (2020). *Bill Gates predice cuándo llegará la próxima pandemia - AS.com*. Diario AS. https://as.com/diarioas/2020/11/23/actualidad/1606122301_572190.html

[11] Shi, W., & Gao, G. F. (2021). Emerging H5N8 avian influenza viruses. *Science*, *372*(6544), 784–786.

[12] Rojas, A., & Ruiz, D. (2020). *El teletrabajo y la igualdad de género | LexLatin*. https://lexlatin.com/opinion/el-teletrabajo-y-la-igualdad-de-genero

[13] Pastor, J. (2019, October 8). *La era del hardware vulnerable para siempre: por qué los dispositivos que acaban su c*. https://www.xataka.com/seguridad/era-hardware-vulnerable-para-siempre-router-d-link-agujero-seguridad-no-se-actualizara-jamas

[14] Wiesner, A., & Craven, C. (2020, September). *Software VPN vs Hardware VPN - SDxCentral*. https://www.sdxcentral.com/security/definitions/software-vpn-vs-hardware-vpn/

Identificación de la plaga "mosca blanca" en hoja de plátano mediante visión por computador

Viviana Yineth Sierra Guzmán
Paola Andrea Mateus Abaunza
Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
vysierrag@unadvirtual.edu.co
paola.mateus@unad.edu.co

Sandra Milena García Ávila
Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Sandra.garcia@unad.edu.co

Resumen - La plaga conocida como mosca blanca ha impactado de forma negativa las plantaciones a tal punto de provocar pérdidas del 50% de la producción de plátano, lo que genera un repercusión negativa para el sector agrícola. Es por esta razón, que se propone una técnica de monitoreo de los cultivos mediante un algoritmo basado en procesamiento de imágenes.

Dicho algoritmo fue construido en el software Matlab implementando técnicas de procesamiento de imágenes tales como cambios de modelo de color, umbralización, binarización, detección de bordes Sobel, rango y aplicación de operaciones morfológicas.

Como resultado el algoritmo identifica el área afectada por la plaga cuando hay presencia de la misma y cuando es una hoja sana, el algoritmo no identifica ninguna área afectada.

Palabras clave— *Algoritmo, monitoreo, mosca blanca, procesamiento de imágenes.*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El algoritmo desarrollado en Matlab efectúa un análisis de las características de la imagen de hoja de plátano en entornos controlados mediante tres etapas de procesamiento.

La primera etapa, lee una imagen en espacio de color RGB para posteriormente convertirla en escala de grises. Luego se realiza una técnica de umbralización adaptable [1] de la imagen a escala de grises que contiene valores decimales entre 0 y 1, la cual proporciona un mejor umbral para la binarización inicial de la imagen.

En la segunda etapa, es necesario remover el ruido que muestra la imagen binarizada para que exponga la información de la plaga y no demás elementos del entorno, para lograr dicha condición se incorpora un filtro por rango local [2] que a partir de la imagen a escala de grises exhibe los contornos de la imagen, seguida de una binarización y una técnica del operador Sobel [3] y [4] para la detección de bordes, lo que permite identificar las texturas adicionales presentes en la hoja de plátano.

La imagen Sobel contiene poca información de la plaga, razón por la cual se adiciona la operación morfológica de dilatación [5], que permite reconstruir parte de la información de la imagen. Para su ejecución se requiere la asignación de un elemento estructurante; dicho elemento varia en cuanto a su forma y de acuerdo con las pruebas realizadas el elemento tipo disco añade pixeles de forma propicia a los bordes que han sido encontrados, complementando

la información de identificación de la plaga mosca blanca.

Las imágenes binarizadas obtenidas en los pasos anteriores (ver Figuras 1 y 5) aún necesitan ajustes para la correcta identificación de la mosca blanca lo que implica la adición de compuertas lógicas.

La imagen binarizada inicial, la imagen binarizada por rango local y la imagen con técnicas de Sobel y dilatación se evalúan mediante compuertas AND para dar origen a una nueva imagen que contendrá los elementos de valor 1 que coincidan en las tres imágenes, los demás pixeles serán descartados. Posteriormente se implementan compuertas OR dando origen a una imagen que muestra aquellos pixeles de valor 1 que fueron resultado de las compuertas AND implementadas anteriormente [6]. (ver Figuras 2 y 6)

Con el fin de completar la información entregada en la imagen de la plaga mosca blanca es adicionada una técnica de llenado de orificios. (ver Figura 3 y 7)

En la tercera etapa, se desarrolla el segundo procesamiento en el cual se descompone la imagen RGB en sus tres capas con el objetivo de realizar una resta de pixeles. Después de efectuar las restas entre capas, la resta de los pixeles azules fue la que permitió la eliminación del fondo con mayor entrega de información de la plaga.

A la imagen restada se le realiza una umbralización adaptativa y posteriormente se binariza dicha imagen resultante, la cual ha tomado los valores correspondientes a la plaga como 0 y el fondo como 1, por esta razón es necesario negar la imagen para que mantenga los parámetros de segmentación de igual forma que con las imágenes procesadas. La operación morfológica de dilatación es aplicada a la imagen binarizada con un elemento estructurante de tipo disco de dos pixeles para complementar la información obtenida en la etapa de binarización. (ver Figura 4 y 8)

Finalmente se realiza una unión de procesamientos con la imagen resultante de la implementación de las compuertas y la imagen binarizada de la resta de pixeles azules (después de la aplicación de las operaciones morfológicas), mediante una multiplicación donde solo se conservarán los pixeles con valor 1. Para la eliminación de ruido de la imagen se ha incorporado un filtro de remoción de pixeles.

Después de la unificación de procesamientos se obtiene la imagen con elementos en caso de presencia de plaga y una imagen sin elementos en caso de una hoja sana de plátano. (ver Figuras 4 y 8)

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran las diferentes etapas del procesamiento de las imágenes.

A. Presencia de mosca blanca

Inicialmente se muestran los resultados con presencia de plaga mosca blanca en la planta de plátano.

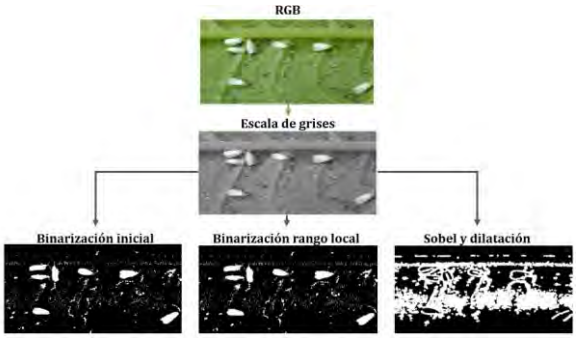


Figura 1. Hoja con presencia de plaga mosca blanca. Escala de grises, binarización y detección de bordes.

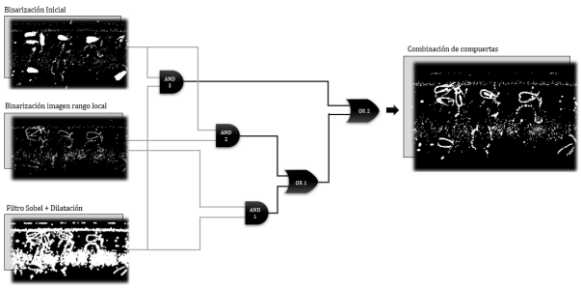


Figura 2. Hoja con presencia de plaga mosca blanca. Implementación de compuertas lógicas.



Figura 3. Hoja con presencia de plaga mosca blanca. Aplicación de técnica de dilatación y llenado de orificios.

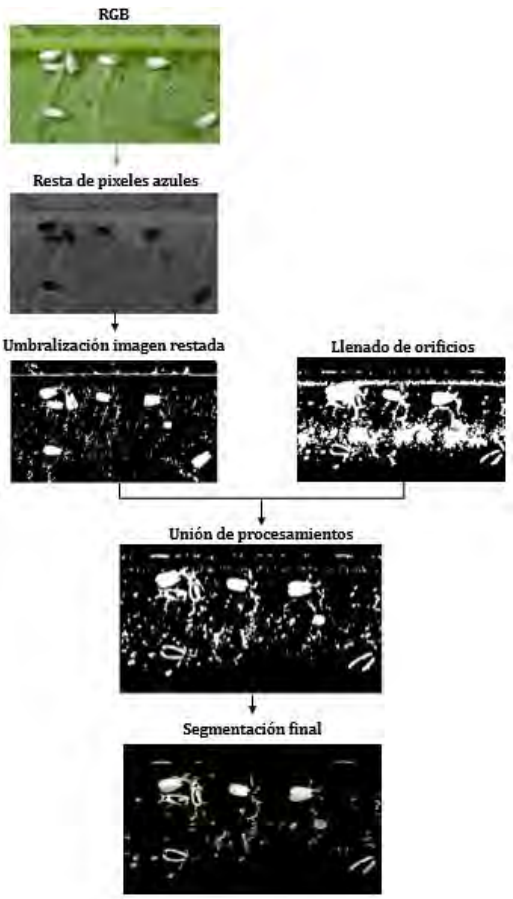


Figura 4. Hoja con presencia de plaga mosca blanca. Resta de pixeles, umbralización, unión de procesamientos y segmentación final

B. Hojas sanas

Ahora son mostrados los resultados con las hojas sanas de plátano.

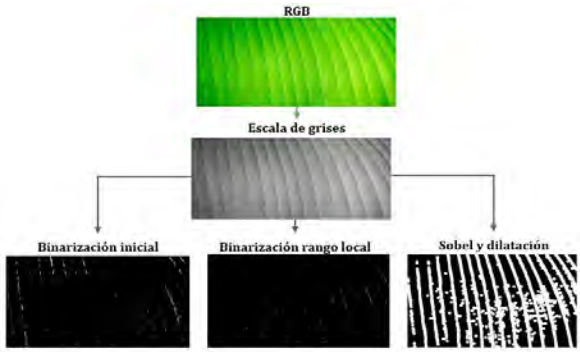


Figura 5. Hoja sana. Escala de grises, binarización y detección de bordes.

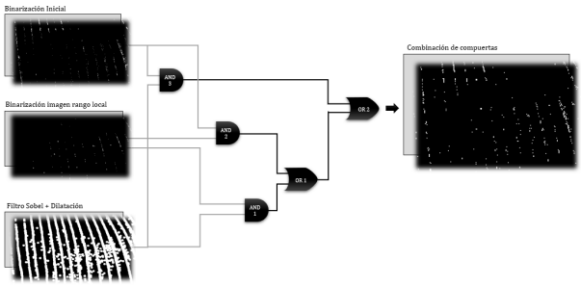


Figura 6. Hoja sana. Implementación de compuertas lógicas.



Figura 7. Hoja sana. Aplicación de técnica de dilatación y llenado de orificios.

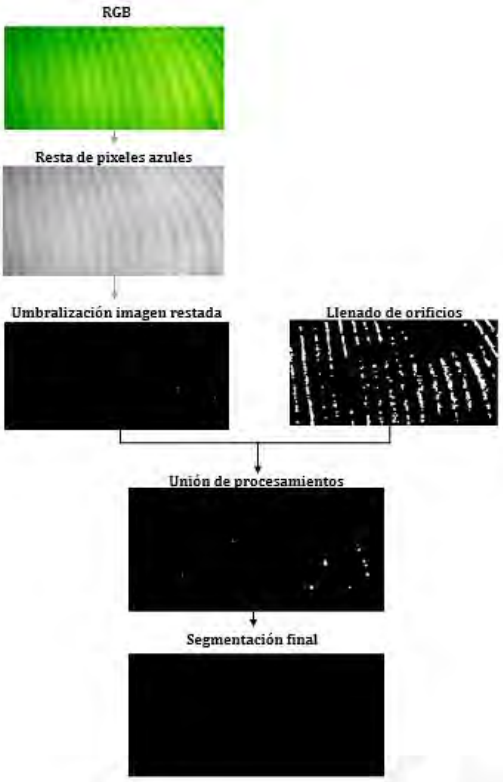


Figura 8. Hoja sana. Resta de pixeles, umbralización, unión de procesamientos y segmentación final

El total de imágenes procesadas fue de 29, divididas según el criterio de sana o con plaga como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1. Imágenes de hoja de plátano procesadas

No.	Criterio	Cantidad
1	Hoja Sana	14
2	Mosca Blanca	15

III. CONCLUSIONES

La unión de diferentes técnicas de procesamiento de imágenes: binarización adaptativa, rango local y filtro con operador sobel, permitieron la segmentación e identificación de la plaga mosca blanca en las hojas de plátano.

La implementación de las compuertas lógicas AND y OR, lograron seleccionar los pixeles que contienen la información relevante de la plaga y eliminar los pixeles que pertenecen al fondo.

Las operaciones morfológicas obtienen la recuperación de información relevante para la segmentación de las áreas de interés que contienen la plaga de mosca blanca.

La resta de pixeles contribuyo a la eliminación del fondo en las imágenes sanas disminuyendo la presencia de ruido en la segmentación.

Para una adecuada segmentación final fue necesario realizar dos procesamientos de la imagen RGB de está forma unificarse y obtener el resultado de identificación adecuado.

REFERENCIAS

[1] Bradley, D., G. Roth, "Adapting Thresholding Using the Integral Image," *Journal of Graphics Tools*. Vol. 12, No. 2, 2007, pp.13–21.
[2] G Bailey, RM Hodgson. Range filters: Localintensity subrange filters and their properties, Image and Vision Computing. Volume 3, Issue 3, 1985. pp 99-110,
[3] Kanopoulos, N., Vasanthavada, N., Baker, R.L.: Design of an image edge detection filter using the Sobel operator. IEEE J. Solid State Circuits **23**(2), 1988, 358–367.
[4] Arbulu, M., Mateus, P., Wagner, M., Beltran, C., & Harada, K. (2018). Industry 4.0, intelligent visual assisted picking approach. Lecture Notes in Artificial Intelligence (Vol. 11308, pp. 205–214).
[5] Chen, J., Su, C., Grimson, W.E.L., Liu, J., Shiue, D.: Object segmentation of database images by dual multiscale morphological reconstructions and retrieval applications. IEEE Trans. Image Process. **21**(2), 2012, pp 828–843.
[6] P. A. Mateus and C. L. Nino, "Adaptive algorithm to identify anomalies in moving objects using computer vision," *2016 IEEE ANDESCON*, 2016, pp. 1-4, doi: 10.1109/ANDESCON.2016.7836219.

Instalación y prueba experimental de funcionamiento del laboratorio remoto WP@e-lab

Laura Daniela Neira Quintero
Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
ldneiraq@unadvirtual.edu.co

Freddy Torres Payoma
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
freddy.torres@unad.edu.co

Resumen – En la actualidad, los laboratorios remotos son considerados una herramienta pedagógica para la educación, los cuales surgen como complemento al aprendizaje conceptual, fortaleciendo el campo de la educación básica, media y superior basándose en experiencias de laboratorios remotos, es por ello que, el laboratorio remoto World Pendulum Alliance se fortalece como una herramienta de aprendizaje autónomo a través de la experimentación remota, todo esto a partir de fenómenos físico-mecánicos procedentes de un sistema de péndulo simple, determinando el periodo de oscilación y la velocidad de la masa oscilante. En el documento se presenta una propuesta donde se estudia la estabilidad sincrónica del laboratorio remoto WPA e-lab, desde la instalación, el uso y la obtención de datos proporcionados por este proyecto.

Palabras clave— Instalación, funcionamiento, laboratorio remoto, World Pendulum Alliance.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Los materiales empleados para esta evaluación fueron:

- Equipo estándar de cómputo, con RAM desde 4GB hasta 16GB, incluyendo plataforma Java.
- Reproductor y framework multimedia, libre y de código abierto VLC media player.
- Acceso a la plataforma e-Lab
- Hoja de cálculo Microsoft Excel

El World Pendulum Alliance es un proyecto internacional de laboratorios remotos cofinanciado por Erasmus + de la Unión Europea (Escobar, Fernandes, Allard & Erazo, 2019), este es un montaje real experimental físico-mecánico pendular gravitacional, ubicado en un espacio físico. Se utiliza un sistema de software y hardware que realiza la toma de datos que de manera sincrónica envía a un servidor los datos al transductor de la información enviada por la Interfaz de Usuario (IU). Una de las grandes características de laboratorios remotos está relacionada con el acceso a experimentos tecnológicos de última generación reales en tiempo real, evitando el deterioro de equipos por manipulación (Cooper & Ferreira, 2009) y, de igual forma, este tipo de ambientes remotos fortalecen la educación inclusiva para aquellas personas que presentan algún tipo de discapacidad de desplazamiento o de acceso al ámbito experimental presencial (Colwell, Scanlon, & Cooper, 2002; Cooper & Ferreira, 2009).

El laboratorio WPA@e-Lab del proyecto internacional del World Pendulum Alliance se maneja por medio de una GUI (Interfaz de Usuario Guiada) escrita en Java nombrada e-lab

(electronic laboratory). La aplicación y conexión remota solo exige conexión a internet, los recursos de portátiles y computadores personales no necesitan características especiales de rendimiento pues es ligero y amigable para el usuario final, sin embargo, los dispositivos móviles y celulares aún no son compatibles para su instalación.

Nersessian (1991) afirma que "la experiencia práctica está en el corazón del aprendizaje de las ciencias" y Clough [2002] declara que las experiencias en los laboratorios "hacen que la ciencia cobre vida". En nuestro caso el e-lab nos proporciona las herramientas necesarias que existen en una práctica en un laboratorio físico con el fin de generar un análisis de una red de péndulos, ubicados en diferentes lugares geográficos de la tierra.

Métodos

Inicialmente, el equipo donde se desea realizar la práctica remota debe contar con la plataforma de desarrollo JAVA, el reproductor multimedia libre y de código abierto multiplataforma VLC media player para visualizar la cámara del proyecto y finalmente el e-lab, finalizada la instalación ya se puede tener acceso al laboratorio remoto, para la instalación. En la Figura 1, Torres-Payoma, F.A. & Neira, L. D. (2021) del ReEx-SDC UNAD explican en el sitio web el paso a paso de instalación, así como los enlaces de acceso directo, experiencia y uso adecuado del software.

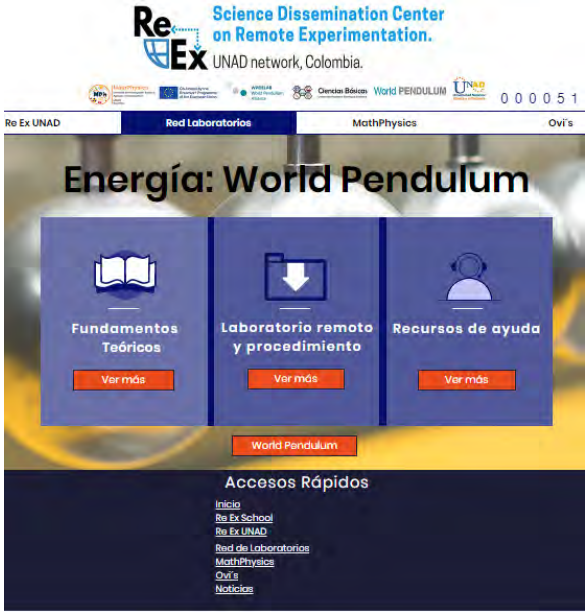


Figura 1. Explicación del laboratorio WPA@e-Lab del ReEx-SDC, Torres-Payoma, F.A. & Neira, L. D. (2021).

La metodología se fundamenta en la realización de la experiencia WPA@e-Lab desde el principio hasta el final del movimiento del péndulo, como punto inicial se debe ingresar a la GUI del e-Lab con un nombre de usuario, para la experiencia del WPA se omite la opción Password debido a que es de libre acceso y avanzamos. En la Figura 2 puede observarse los parámetros recomendados al iniciar la experimentación.

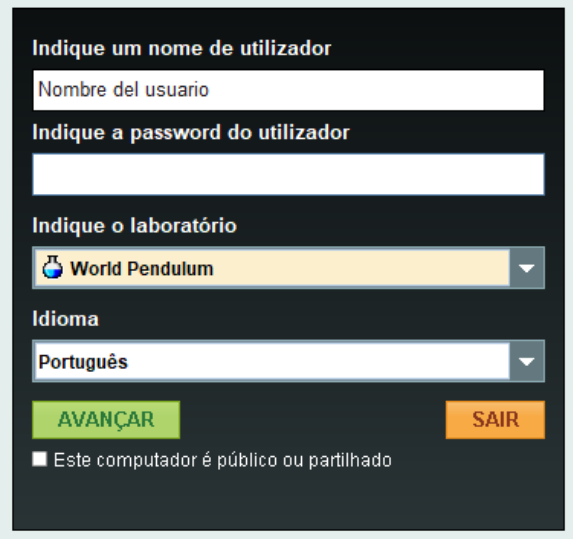


Figura 2. Interfaz de acceso actual al E-lab

Cabe resaltar que, al ser un proyecto internacional, el WPA@e-lab no se encuentra en idioma español aún, aunque podemos usar el idioma inglés o portugués.

Para dar inicio al experimento seleccionamos nuestro laboratorio de interés, para nuestro caso el World Pendulum, luego escogemos el lugar donde realizará el experimento, siendo Cuidad de Panamá-UTP el escogido para la presente muestra, como se observa en la Figura 3.

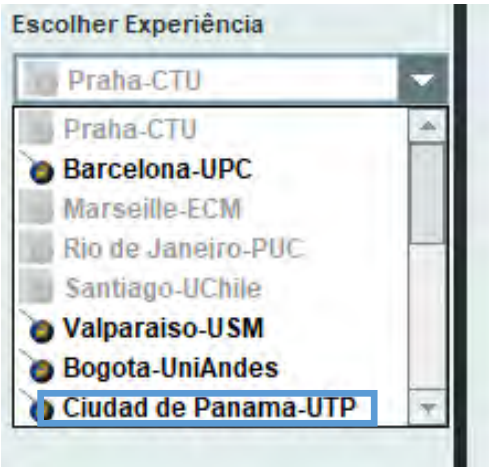


Figura 3. Selección del péndulo

Además de lo anterior como indica la Figura 4 se debe establecer un dislocamiento de $10\,cm$ y número de muestras $N = 20$, para nuestro experimento.

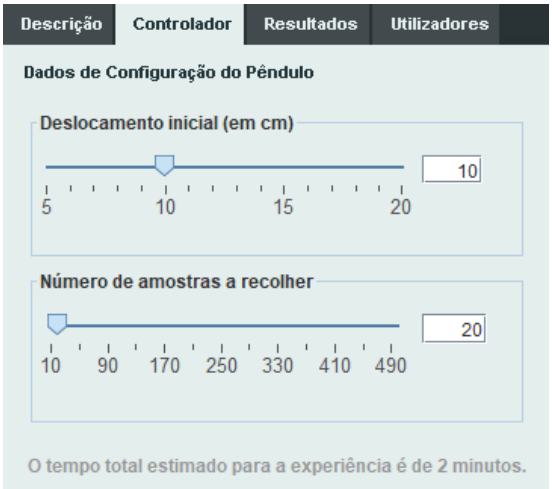


Figura 4. Parámetros iniciales del experimento

El tiempo medido aproximado para cada experiencia en el laboratorio es de alrededor de 2 minutos en completar la toma de muestras seleccionadas.

Cada péndulo, está compuesto por un sistema físico de una masa-cuerda (de aproximadamente 2 kg) el cual se encuentra sostenido en una estructura metálica de 3 m. El SAD (Sistema de Adquisición de Datos) se realiza mediante una Raspberry Pi 4 la cual está programada de tal forma que el sistema electrónico puede realizar mediciones de periodo de oscilación P, temperatura ΔT y velocidad v, partiendo de un péndulo oscilador armónico sin amortiguador impulsado por gravedad, esto facilita la comprensión del método de Lagrange desde el balance de energías (Escobar, Fernandes, Allard & Erazo, 2019). Cada resultado obtenido en el laboratorio WPA@e-Lab fue exportado a hoja de cálculo en formato csv (comma-separated values). A través de los datos interpretados por una hoja de cálculo (Excel, Libreoffice Calc, etc.).

Al finalizar se recomienda el correcto apago del laboratorio, debido a los fallos que pueda ocasionar dificultades técnicas, es por ello que, inicialmente se debe salir de la experiencia. En la Figura 5 se observa el apartado indicado para terminar la experiencia en el simulador.



Figura 5. Salida de la experiencia.

Seguidamente se debe apagar el e-lab, todo esto con el objetivo de conservar la repetibilidad y adecuado uso del laboratorio para futuros experimentos. En la figura 6 se observa el botón de apagado.

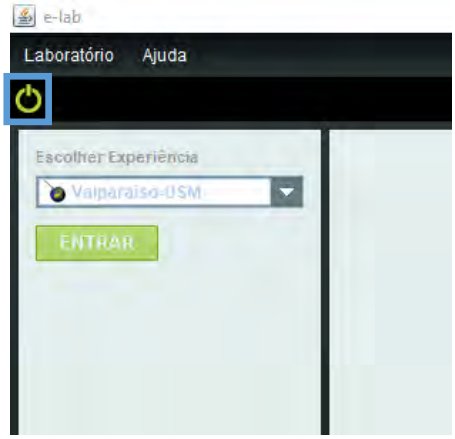


Figura 6. Botón de apagado.

Una vez realizado estos pasos podemos cerrar la GUI del e-Lab. El WPA@e-Lab es un laboratorio remoto que proporciona el acceso a experimentos de última tecnología, evitando riesgos de daños del equipamiento (Cooper & Ferreira, 2009).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

En particular, la experimentación remota se considera uno de los cinco cambios principales en la educación en ingeniería de este siglo. (Marques, Viegas, Costa- Lobo, Fidalgo & Alves, 2014). Por lo que la experiencia realizada anteriormente en la figura 4 nos otorga un aprendizaje autónomo, a través de experimentación remota. Para la experiencia se obtuvieron resultados favorables y sin ningún tipo de falla. En la Figura 7 se evidencia los resultados obtenidos bajo las condiciones iniciales de 10 centímetros de dislocamiento para 20 muestras.

Amostra...	Período ...	ε Períod...	Velocid...	ε Veloci...	Temper...
1	3.4007604	5.0E-4	17.4133205	0.015123	27.34
2	3.4008031	5.0E-4	17.4033146	0.015123	27.36
3	3.4006677	5.0E-4	17.3910999	0.015123	27.35
4	3.4007723	5.0E-4	17.3814125	0.015123	27.38
5	3.4007943	5.0E-4	17.3770542	0.015123	27.39
6	3.4007668	5.0E-4	17.3664207	0.015123	27.43
7	3.4007003	5.0E-4	17.3568802	0.015123	27.43
8	3.400754	5.0E-4	17.3484306	0.015123	27.42
9	3.4007649	5.0E-4	17.3393936	0.015123	27.46
10	3.4007516	5.0E-4	17.3315144	0.015123	27.5
11	3.4007225	5.0E-4	17.3245144	0.015123	27.52
12	3.4006925	5.0E-4	17.3098621	0.015123	27.51
13	3.4007936	5.0E-4	17.3013382	0.015123	27.56
14	3.4006882	5.0E-4	17.2950039	0.015123	27.58
15	3.4007807	5.0E-4	17.2855721	0.015123	27.59
16	3.4007111	5.0E-4	17.2729836	0.015123	27.6
17	3.4007113	5.0E-4	17.2645245	0.015123	27.64
18	3.4008303	5.0E-4	17.2563725	0.015123	27.65
19	3.4007165	5.0E-4	17.2471828	0.015123	27.66
20	3.400692	5.0E-4	17.2398338	0.015123	27.7

Figura 7. Resultados obtenidos en el laboratorio.

La instalación del laboratorio es sencilla e intuitiva, compatible con diferentes equipos de cómputo de gama baja y alta, sin embargo, la GUI es compatible con sistemas que soporten archivos .exe (executable for Windows), por lo que los usuarios de otros Sistemas Operativos deberán realizar pasos adicionales para acceder a la experimentación, esto se presenta una dificultad técnica para usuarios GNU/Linux. cabe resaltar que, además de los datos de periodo, velocidad y temperatura, el World Pendulum Alliance otorga la posibilidad de obtener las gráficas del periodo (Figura 8) y de velocidad (Figura 9).

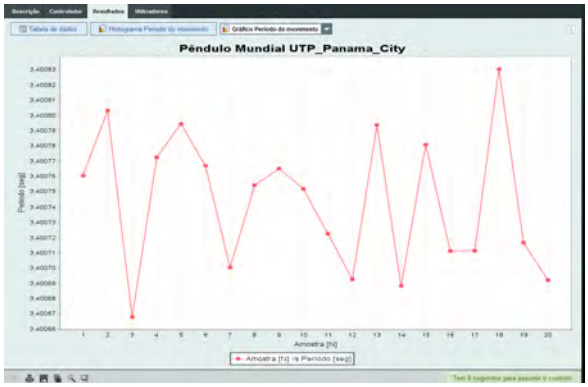


Figura 8. Grafica del periodo de movimiento.

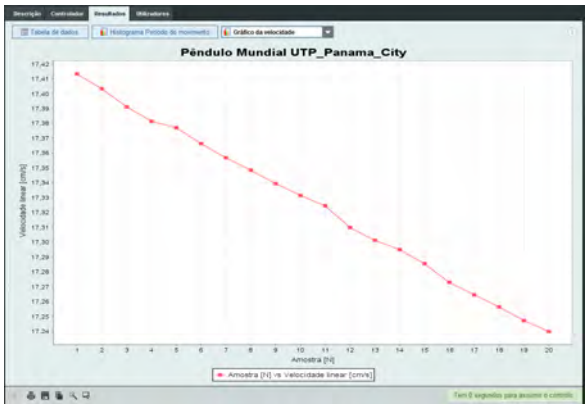


Figura 9. Grafica de velocidad.

La principal ventaja evidenciada en la experiencia del laboratorio remoto parte de la capacidad de acceder a los datos en tiempo real, además, los estudiantes tienen acceso completo al laboratorio, lo que les brinda un tiempo más productivo para observar el fenómeno. (Marques, Viegas, Costa-Lobo, Fidalgo & Alves, 2014).

Realizando la experiencia de cálculo de la constante gravitacional **g** el cálculo de la media aritmética del período de oscilación es de $P = 3.4007\ s$. De la expresión,

$$g = \frac{4\pi^2 L}{P^2},$$

el valor de la gravedad, tomando la longitud del péndulo de UTP-Panamá de 2825 mm de la cuerda + 81.9 mm del diámetro de la esfera, un equivalente a 2865,95 cm (sumando longitud de la cuerda más el radio), unos 2.91 m aproximadamente (IST - Técnico de Lisboa. ,2021), sin considerar incertidumbres en la medición (que muestra el sistema) el resultado de la constante gravitacional es

$$g = 9.783 \frac{m}{s^2},$$

el cual es cercano al valor gravitacional universal de $9.81 \frac{m}{s^2}$ y depende de las condiciones iniciales del sistema.

Discusión

Los laboratorios virtuales y remotos brindan métodos de enseñanza prácticos con los beneficios de reducir significativamente los costos institucionales y enriquecer la experiencia del estudiante (Ma & Nickerson, 2006; Heradio et al., 2016), por esto los resultados obtenidos en este análisis nos brindan una sintaxis clara del uso del WPA@e-Lab y su aplicación en la educación actual, inicialmente su instalación es simple y no requiere elementos externos, basta con un dispositivo convencional, lo que brinda una mayor facilidad a los usuarios a experimentar de forma remota, sin olvidar que no se debe preocupar por el montaje ni generar gastos extras en la compra de materiales (Marques, Viegas, Costa-Lobo, Fidalgo & Alves, 2014).

La experiencia en el laboratorio World Pendulum brinda una forma de absorción de conocimiento por parte de los usuarios, favoreciendo la autonomía en la educación, el uso del proyecto es bastante intuitivo y no presenta mayores dificultades al momento de experimentar, sin embargo, se presenta la caída de varios Pendulum alrededor del mundo, lo que puede limitar la experimentación.

III. CONCLUSIONES

Los laboratorios remotos brindan un complemento a la formación en áreas de ciencia e ingeniería, brindando ventajas en la educación, otorgando la oportunidad de experimentar desde los hogares con una visión clara de los fenómenos y conceptos científicos. El aprendizaje desde el e-Lab promete el desarrollo de habilidades autónomas en los estudiantes, debido a la experimentación remota, sin olvidar que facilita el aprendizaje de la física en los diferentes niveles de educación, todo esto en tiempo real, cabe resaltar que el World Pendulum Alliance.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen principalmente a Erasmus+ de la Unión Europea, liderado por el IST (Portugal) por cofinanciar el proyecto World Pendulum Alliance, adicionalmente a la UNAD y el Semillero MathPhysics por el apoyo brindado en la realización y mantenimiento de la red pendular.

REFERENCIAS

[1] CLOUGH, M. P. 2002. Using the laboratory to enhance student learning. In Learning Science and the Science of Learning, R. W. Bybee, Ed. National Science Teachers Association, Washington, DC, 85–97.

[2] Cooper, M. & Ferreira, J. (2009). Remote Laboratories Extending Access to Science and Engineering Curricular. IEEE Transactions on learning technologies, 2(4), 342-353. https://ieeexplore.ieee.org/document/5291687

[3] Escobar, M., Fernandes, H., Allard, O., & Erazo, Y. (s.f.). Pendulum as an Educational Remote Experiment. 2019 5th Experiment@ International Conference (exp.at’19), (pp. 388-393). Madeira, Portugal. https://ieeexplore.ieee.org/document/887 6473

[4] Heradio, R., de la Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F., Herrera-Viedma, E. & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. Computers & Education, 98, 14-38. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131516300677

[5] Ma, J. & Nickerson, J. (2006). Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review. ACM Computing Surveys, 38(3), https://dl.acm.org/doi/10.1145/1132960.113296

[6] Marques, M., Viegas, M., Costa-Lobo, M., V. Fidalgo, A. & R. Alves, G. (2014). How Remote Labs Impact on Course Outcomes: Various Practices Using VISIR. IEEE Transactions on Education, 57(3), 151-159. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/docu ment/6645452

[7] NERSESSIAN, N. J. 1991. Conceptual change in science and in science education. In History, Philosophy, and Science Teaching, M. R. Matthews, Ed. OISE Press, Toronto, Canada, 133–148.

[8] Torres-Payoma, F. A., & Neira, L. D. (2021). Energia: World Pendulum. ReEx-MathPhysics. https://www.reexunad.com/energia-world-pendulum

[9] IST - Técnico de Lisboa. (2021). World Pendulum - wwwelab. World Pedulum. http://www.elab.tecnico.ulisboa.pt/wiki/index.php?title=World_Pendulum

Asignación Dinámica de Espectro en Redes Inalámbricas de Nueva Generación: Una Aproximación al Estado del Arte

Jorge Edison Mora Arroyo
Héctor Julián Parra Mogollón
Especialización en Redes de Nueva Generación
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
jemoraar@unadvirtual.edu.co
hector.parra@unad.edu.co

Resumen - La contradicción entre la prevista escasez del espectro electromagnético disponible, y la subutilización de los canales de frecuencia asignados, requieren un cambio de paradigma del anacrónico modelo de acceso estático; hacia un modelo de acceso al espectro dinámico, flexible y de alta eficiencia. Con base en lo anterior, en este trabajo de investigación se presenta un estudio y análisis detallado de las diferentes técnicas de Acceso Dinámico al Espectro (DSA, *Dymamic Spectrum Access*), reconociendo su enorme potencial para mejorar el uso de recursos radio en Redes Inalámbricas de Nueva Generación (NGWN, *New Generation Wireless Networks*) como 5G, Small Cells, Redes Ultradensas y Redes Heterogéneas. Se ha establecido que mediante el uso de DSA, la necesidad de espectro para el despliegue de miles de millones de dispositivos de Internet de las Cosas (IoT, *Internet of Things*) pilar de las comunicaciones 5G se puede reducir drásticamente, debido a la posibilidad de reuso o reciclaje de canales de comunicación libres o licenciados, explotándolos bien sea de manera oportunista y/o simultánea.

Palabras clave— DSA, NGWN, 5G, IoT.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El incremento exponencial de dispositivos móviles e inalámbricos interconectados, demandan de manera permanente el uso de diferentes recursos radio, cuya disponibilidad está limitada por: ancho de banda, densidad de usuarios, potencia de transmisión o interferencia, esquema de modulación y técnicas de acceso al medio, características inherentes a la naturaleza variable y dinámica de un canal de comunicaciones. Lo anterior, permite explorar continuamente alternativas para el uso eficiente de los recursos finitos espectrales, con el fin de estudiar y analizar modelos emergentes de acceso dinámico al espectro [1] - [3].

Actualmente, existen políticas de administración del espectro radioeléctrico que otorgan licencias de operación en canales de frecuencia estáticos o fijos. Dicha asignación, ha provocado escasez de bandas de frecuencia libres para operar nuevos servicios. El mejoramiento de la distribución del espectro se ha planteado con el desarrollo de nuevas técnicas de acceso combinadas con herramientas matemáticas y de optimización, dando paso así a modelos de redes dotadas con cierta inteligencia, las cuales se convierten en un paradigma de las comunicaciones inalámbricas, en donde los dispositivos de comunicación adaptan sus parámetros de operación para comunicarse de manera eficiente, evitando interferencias nocivas con otros dispositivos [4].

El uso de técnicas de espectro expandido se ha utilizado como una opción de coexistencia entre usuarios licenciados y usuarios cognitivos o no licenciados. Estas técnicas permiten una

transmisión con niveles de potencia más bajos que las modulaciones convencionales al expandirse en el dominio de la frecuencia. Las NGWN dependen del aprovechamiento dinámico del espectro, por lo tanto, deben adaptar sus parámetros de radiocomunicación de manera autónoma e inteligente, empleando modelos innovadores de asignación de recursos espectrales.

Por consiguiente, en esta investigación se estudia y analiza la asignación dinámica de espectro, como una posible solución para optimizar el uso de dicho recurso, compartiendo o reusando bandas de frecuencia entre las tecnologías y servicios inalámbricos que así lo requieran, bajo la consideración de que la interferencia es dañina, cuando es lo suficientemente significativa como para desencadenar una interrupción en el servicio a cualquiera de los usuarios de la red, teniendo en cuenta que para garantizar la transmisión exitosa entre los diferentes usuarios que comparten simultáneamente un canal de Radiofrecuencia (RF, *Radiofrecuency*), es imperativo mantener el nivel de interferencia del sistema por debajo de un valor umbral inofensivo. Lo descrito anteriormente implica el acceso limitado a una cantidad excesiva de usuarios y/o dispositivos a la red, de tal forma que se logre una coexistencia mutualista y pacífica con todos los elementos que componen el sistema.

En este contexto, los esfuerzos de este estudio están encaminados a analizar los potenciales beneficios y retos particulares de la DSA en NGWN, para el reuso espectral, bien sea, compartiendo el recurso de manera concurrente, o reciclándolo cuando se encuentre disponible.

Lo anterior es de suma importancia en el escenario actual de las diferentes tecnologías inalámbricas de telecomunicaciones, puesto que el incremento en el desarrollo de aplicaciones y su tiempo de uso (el cual se ha disparado aún más debido a la imperante necesidad de conectividad causada por la actual crisis de salud pública generada por la pandemia desatada por el virus COVID-19), ha generado una mayor cantidad de transmisión de datos y demanda de los recursos finitos espectrales; gestando así una percepción equívoca de que existe una escasez de espectro; sin embargo, diversos estudios [1] – [9] han concluido que se trata de un problema de acceso, administración, control y uso del recurso, puesto que se ha podido observar que mientras ciertas bandas se encuentran contaminadas por una excesiva polución debida a altos niveles de piso de ruido por interferencias, otras presentan un desaprovechamiento significativo, propiciando así una coexistencia radioeléctrica heterogénea inequitativa. Por lo tanto, las diferentes técnicas de DSA se potencializan como una solución para optimizar el uso de dicho recurso, compartiendo o reciclando bandas de frecuencia entre las tecnologías y servicios inalámbricos que así lo requieran.

De este modo, en la literatura especializada se pueden consultar varias propuestas de esfuerzos relacionados con DSA aplicado al control y administración de Tecnologías de Acceso Radio (RATs, *Radio Access Technologies*), cada uno con objetivos particulares de optimización, empleando diferentes técnicas y herramientas matemáticas para su modelamiento; de esta manera se realiza a continuación una breve descripción de los trabajos más relevantes a nivel internacional que en menor o mayor proporción cimientan la base del presente trabajo de investigación documental.

En [8], [10] – [11] se plantea que la mayoría de los avances en investigación en Radio Cognitivo (CR, *Cognitive Radio*) han llevado a la sinergia de metodologías y técnicas en las teorías de la información hacia el aprovechamiento del espectro electromagnético. Entre las metodologías, se encuentran las ciencias de la computación, específicamente, la Inteligencia Artificial (AI, *Artificial Intelligence*). En consecuencia, estas áreas de la ciencia han permitido que los campos de acción de la tecnología se extiendan a subáreas del conocimiento, como la Teoría de Juegos (GT, *Game Theory*), los algoritmos metaheurísticos, los algoritmos bioinspirados, la lógica difusa, los algoritmos genéticos, los algoritmos evolutivos, las redes neuronales, entre otras.

De esta manera, y teniendo en cuenta que en la mayoría de los esfuerzos realizados se busca

principalmente la minimización de los efectos nocivos de la Relación Señal a Ruido más Interferencia (SINR, *Signal to Interference Plus Noise Ratio*) hacia la red primaria, en [12] se propone un algoritmo de control de acceso que maximiza la cantidad de Usuarios Secundarios (SU, *Secondary Users*) admitidos al sistema, considerando como restricción la Calidad de Servicio (QoS, *Quality of Service*) de las redes primaria y secundaria, medida en términos de la interferencia presente en el sistema. Básicamente, controla la potencia de transmisión de los SU, mediante un algoritmo de Control de Potencia Distribuido con Protección de QoS para SU Activos (Distributed Control Power with Active SU QoS Protection, DCP-AQP). Para lo anterior, se distribuyen en el sistema primario múltiples puntos de medición (MP) de interferencia presente en el sistema. Cada MP cuenta con una alarma, de tal forma que mientras la interferencia se mantenga por debajo de un nivel pre-establecido, el algoritmo informa a los SU que pueden incrementar su potencia de transmisión para garantizar la calidad de su enlace durante el tiempo que dure su transmisión. Por el contrario, si la medición de la interferencia no cumple con el nivel de alarma, los MP le indican a los SU que disminuyan su potencia de transmisión a un nivel mínimo que permita mantener la QoS del sistema primario, pero al mismo tiempo garantice el éxito de la transmisión de los SU. En [13] – [14] se utiliza GT para detectar los nodos maliciosos en reconocimiento del espectro y técnicas de aprendizaje sin pérdida para lograr un equilibrio correlacionado en el acceso oportuno al espectro de una red CR. En [15] se presenta una solución de aprendizaje estocástico de GT para el acceso al espectro cuando no se conocen los datos a priori o las estadísticas de disponibilidad de canal o el número de SU, el modelo expuesto proporciona una solución alternativa para la generación de esquemas de acceso al espectro.

En [14], [16] se resumen de manera estructurada algunos de los esfuerzos relacionados con la consecución de una solución óptima al problema de DSA, teniendo en cuenta que las selecciones de canales de los usuarios son distribuidas y autónomas, se formula el problema como un juego no cooperativo de acceso oportunista. La estrategia de juego formulada se modela mediante un algoritmo de aprendizaje distribuido basado en autómatas estocásticos, que converge a la estrategia pura del Equilibrio de Nyquist (NE, *Nyquist Equilibrium*) orientada a la mitigación de interferencias en el escenario de comunicaciones propuesto.

Finalmente, en [1] – [3] se presentan aproximaciones de solución óptimas al problema de acceso al espectro empleando estrategias CSA y OSA, en una red heterogénea de nueva generación mediante el uso de técnicas de AI y GT.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El término de acceso dinámico al espectro, representa lo opuesto a la política de gestión de espectro estático, y tiene amplias connotaciones que abarcan varios enfoques pensados en la implementación de una reingeniería necesaria al uso de este recurso. Las diversas ideas presentadas en el primer simposio del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, *Institute of Electrical and Electronics Engineers*) sobre Nuevas Fronteras en Redes de Acceso Dinámico al Espectro (DySPAN, *New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks*) sugieren el alcance de este término. Como se ilustra en la Figura 1, las estrategias de acceso dinámico al espectro pueden clasificarse ampliamente en tres modelos; siendo de especial interés para este estudio el Modelo de Acceso Jerárquico.

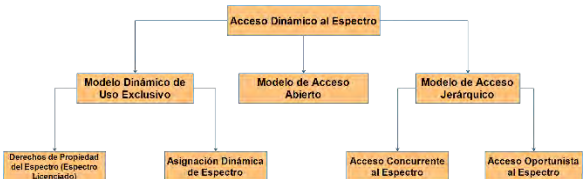


Figura 1. Aproximación taxonómica del modelo de acceso dinámico al espectro. Adaptada de [17].

Modelo de Acceso Jerárquico. Este modelo adopta una estructura de acceso jerárquica al espectro con PU o usuarios licenciados, y SU o usuarios de prioridad baja. La idea básica es abrir el espectro con licencia a los SU al tiempo que se limita la interferencia percibida por los PU. En este caso, el ente regulador asigna diferentes prioridades de acceso y utilización del espectro

concesionado a los PU y SU. Los PU tienen preferencia al acceder al espectro, de tal forma que experimentan una alta calidad en el servicio como si se tratara de recursos espectrales reservados exclusivamente para su uso [18]. Dentro de los estímulos más importantes que se consideran en este modelo para que los PU accedan a compartir sus recursos espectrales se encuentran los siguientes: 1) beneficios económicos a los PU, es decir, estos pueden cobrar por la utilización de los recursos espectrales a los SU; 2) condiciones regulatorias en la operación del servicio, es decir, el ente regulador puede asignar una banda de frecuencias para ser utilizada por los SU por medio de tecnología RC, toda vez que no causen interferencias perjudiciales a los PU. Por ejemplo, en algunos países los licenciatarios del servicio de televisión radiodifundida no pagan derechos por el espectro que utilizan, sino que lo obtienen de manera gratuita por otorgar un servicio público [18]. Lo anterior facilita que el ente regulador solicite que las estaciones de televisión de los licenciatarios coexistan con otros servicios de interés público, para permitir la operación de los RC en las mismas bandas de frecuencia; y 3) ayuda a los servicios de emergencia, en la cual los PU deben ceder en ocasiones sus recursos espectrales a servicios de emergencia y éstos últimos pueden hacer uso de RC para acceder al espectro.

Como se ha mencionado anteriormente, en el modelo de acceso jerárquico los SU tienen permitido operar en condiciones que no afecten el desempeño y/o los niveles de QoS de los PU. Para esto, los SU usan de manera adaptativa las partes del espectro asignado a los PU, detectando el canal de comunicación y posteriormente determinando una estrategia adecuada de transmisión que no afecte las comunicaciones de los PU. Existen dos esquemas relevantes de compartición de espectro considerados en la tecnología RC que son: la estrategia *"Underlay"* o modelo de Acceso Concurrente al Espectro (CSA, *Concurrent Spectrum Access*) y la estrategia "*Interweaving"* o modelo de Acceso Oportunista al Espectro (OSA, *Opportunistic Spectrum Access*), los cuales se describen detalladamente a continuación.

Acceso Concurrente al Espectro. El acceso concurrente o compartido al espectro permite que diferentes sistemas de comunicación transmitan de manera simultánea en la misma banda de frecuencia, razón por la cual, ha sido reconocido como una de las técnicas más importantes para realizar DSA. La técnica CSA permite que uno o varios SU transmitan simultáneamente en un canal primario [3], tal y como se ilustra en el esquema relacionado en la Figura 2.

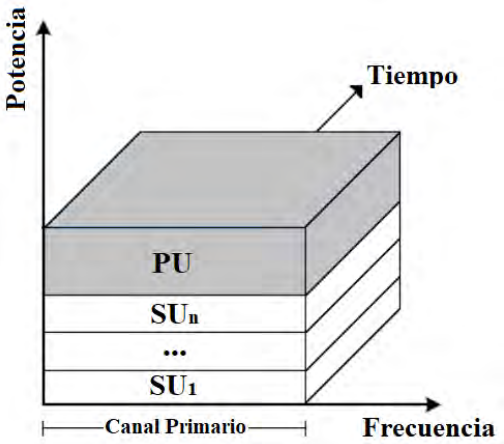


Figura 2. Esquema general de CSA. Tomada de [3].

La transmisión simultánea tanto de PU como de SU es posible siempre y cuando se pueda controlar los niveles de interferencia del sistema, por lo tanto, al lograr este objetivo, los SU pueden transmitir de manera permanente e independiente de si el PU está transmitiendo o no. Tampoco es necesaria la detección y reconfiguración frecuente del espectro, lo que implica un menor costo de implementación [19]. Adicionalmente, CSA permite lograr una mayor eficiencia espectral en un área de cobertura dada, debido a su reutilización espacial del espectro [3], [12], [20], y en consecuencia puede emplearse para el despliegue y gestión de recursos radio con demanda de alto tráfico en NGWN [3].

Acceso Oportunista al Espectro. El modelo OSA denominado también paradigma de entrelazado (o *Interweave* en inglés) en [21] o de superposición de espectro en [22], es probablemente uno de los esquemas más atractivos para SU o no licenciados que requieren acceder a recursos radio. En este modelo, los SU acceden de manera oportunista a los canales de comunicación que los PU no están utilizando

temporalmente, tal y como se ilustra en la Figura 3.

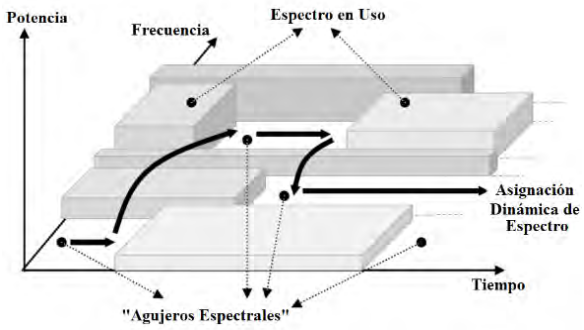


Figura 3. Esquema general de OSA. Tomada de [3].

En los sistemas OSA existen dos tareas o acciones fundamentales a realizar, que son: el sensado o descubrimiento de espectro; el cual es universalmente conocido como el habilitador de CR, puesto que dota al dispositivo de cierta capacidad de conocimiento del entorno de RF (como estado y ocupación del canal, recursos espectrales disponibles, entre otros); por lo tanto, permite a los dispositivos cognitivos detectar automáticamente estímulos en su entorno y adaptar de forma inteligente sus parámetros de funcionamiento, garantizando la satisfacción de las necesidades de comunicación del SU utilizando eficiente y oportunistamente los recursos espectrales no utilizados por los PU quienes poseen los derechos de uso del espectro [23]. La segunda acción fundamental en este tipo de sistemas se conoce como selección de canal o utilización del espectro, el cual consiste básicamente en que el usuario cognitivo selecciona el mejor canal que se encuentre libre para transmitir, sin interferir en los procesos de comunicación de los demás usuarios primarios y secundarios que componen el sistema de comunicaciones inalámbrico. Con base en lo anterior, los SU se distribuyen generalmente en ubicaciones diferentes. Al mismo tiempo, existen múltiples PU, con sus regiones de interferencia parcialmente, pero rara vez completamente superpuestas.

Aunque el tema de selección de canales distribuidos en sistemas CR con esquemas OSA ha sido ampliamente estudiado, utilizando, por ejemplo, la teoría de juegos en [38], o modelos ocultos de Markov para procesos de decisión parcialmente observables en [17], o la regla de parada óptima en [24], entre los más destacados; existen aún algunas características distintivas que se pueden considerar campos abiertos de investigación, puesto que rara vez se tienen en cuenta dentro del modelo de estudio, como por ejemplo: 1) solo contemplar la información local de los vecinos en lugar de emplear la información global de todos los usuarios del sistema CR, 2) asumir que la transmisión de un usuario solo genera interferencias a sus vecinos, y no a todos los usuarios del sistema, y 3) las oportunidades espectrales son generalmente heterogéneas, es decir, varían de un usuario a otro; dando lugar a la existencia de Redes Heterogéneas (HetNets, *Heterogeneous Networks*).

Análisis Comparativo de CSA y OSA. Antes de realizar un análisis comparativo de las técnicas de acceso al espectro CSA y OSA, se considera pertinente resumir los aspectos y características más importantes de cada una de ellas, como se describe a continuación. En un sistema de comunicaciones inalámbrico de nueva generación que opere bajo el esquema de acceso compartido al espectro (CSA) tanto los PU como los SU pueden explotar o usar el espectro simultáneamente, siempre y cuando, la interferencia generada por los SU en los PU se encuentre por debajo de un umbral específico, que no degrade la QoS de toda la red; para ello es necesario tener conocimiento de los niveles de SINR causados por todos los usuarios.

Para el caso de NGWN bajo el esquema OSA, la idea básica es la comunicación oportunista, mediante el aprovechamiento de agujeros espectrales, los cuales son ranuras o slots espacio-temporales y de frecuencia que no están en uso por parte de PU ni SU. Dichas oportunidades espectrales cambian con el tiempo y el lugar. Así, el modelo OSA requiere información del comportamiento de los usuarios en el espectro. En esta técnica se monitorea periódicamente el espectro, detectando de manera inteligente la ocupación de este recurso por los diferentes usuarios del sistema, para luego comunicarse de manera oportunista explotando los agujeros espectrales disponibles con la mínima interferencia posible.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Tabla 1 se presenta un resumen comparativo de los aspectos y características más importantes de las técnicas CSA y OSA.

Tabla 1. Comparación de las características más importantes de las técnicas CSA y OSA.

CSA	OSA
El SU conoce el comportamiento del canal de comunicaciones del PU.	Cuando el PU no está usando el espectro, el SU puede explotarlo, detectando de manera inteligente las oportunidades espectrales.
Siempre que la interferencia esté por debajo de un umbral aceptable e inofensivo para el PU, el SU puede transmitir simultáneamente con él.	Un SU puede transmitir simultáneamente con un PU solo en el caso de detección de un agujero espectral falso, situación indeseada que generaría degradación de la QoS de la red.
La potencia de transmisión de los SU está limitada por la restricción de interferencia.	La potencia de los SU está limitada por el rango de detección de su agujero espectral.

Seguidamente, con el fin de comparar el desempeño de estas dos técnicas de acceso al espectro, con base en lo reportado en la literatura y el trabajo desarrollado en [1] – [4], [25] tenemos que en la Figuras 4 y 5 se puede observar a manera de ejemplo el retardo de transmisión al momento de acceder al espectro para las estrategias CSA y OSA, respectivamente.

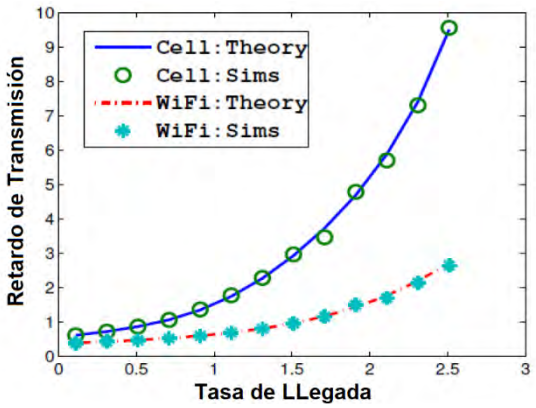


Figura 4. Comportamiento del retardo de transmisión en CSA. Modificada de [25].

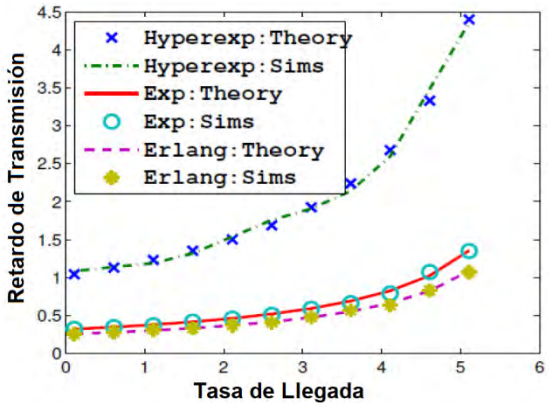


Figura 5. Comportamiento del retardo de transmisión en OSA. Modificada de [25].

Para el análisis del comportamiento expuesto en las Figuras 4 y 5 se supone que los flujos de tráfico arriban o llegan en forma de una distribución de Poisson con un parámetro de tasa de ocurrencia λ. Los tamaños de los archivos se distribuyen exponencialmente. La cola se produce cuando el arribo de un archivo encuentra otro archivo en el sistema. El sistema funciona por orden de llegada, el cual se considera mientras se produce la cola del archivo. El retardo de transmisión se usa indistintamente para el tiempo del sistema, ya que este se define como la suma del tiempo de servicio y de espera. El retraso depende de las estadísticas de la actividad del PU, la tasa de datos, el tiempo de escaneo y la intensidad del tráfico. Así, en la Figura 4 se muestra el retardo promedio de los archivos de los SU con un aumento en la tasa de llegada de archivos para el acceso al espectro empleando la técnica CSA. En esta figura se consideran diferentes parámetros de redes inalámbricas de nueva generación asociadas a telefonía móvil celular y WiFi; de ella se puede concluir que el retardo aumenta con el incremento de la tasa de llegada. Por otra parte, en la Figura 5 se ilustra el comportamiento del retardo de transmisión para un sistema de telefonía móvil celular con diferentes tiempos de escaneo, empleando la técnica OSA. Al comparar los comportamientos descritos gráficamente en las Figuras 4 y 5, se puede observar que el retardo de transmisión en la técnica OSA es menor que en la técnica CSA.

Posteriormente, en las Figuras 6 y 7 se presenta el comportamiento del desempeño promedio para redes inalámbricas celulares y

WiFi, bajo las estrategias de acceso al espectro CSA y OSA, respectivamente. De manera general, en ellas se puede observar que el desempeño disminuye a medida que existen más PU activos haciendo uso de su canal de comunicación.

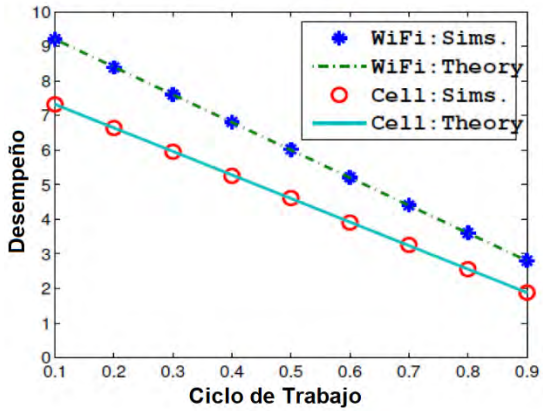


Figura 6. Desempeño de la técnica CSA. Modificada de [25].

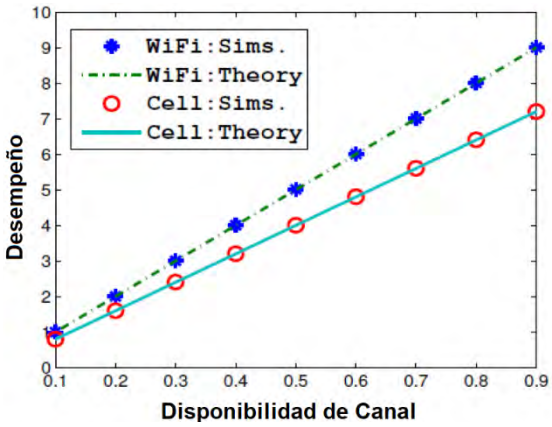


Figura 7. Desempeño de la técnica OSA. Modificada de [25].

En la Figura 6, el desempeño se evalúa con el ciclo de trabajo, mientras que en la Figura 7, con la disponibilidad de canal. La disponibilidad de canal denota el porcentaje de tiempo que el SU puede transmitir. De esta manera, en OSA se considera la disponibilidad de canal porque el SU transmite con diferentes ciclos de trabajo en diferentes canales, así en este caso, el desempeño aumenta con la disponibilidad de canal. Las Figuras 6 y 7 se pueden comparar porque si el ciclo de trabajo es X, la disponibilidad de canal es $1 - X$. En virtud de lo anterior, es posible concluir que los valores de desempeño de CSA son hasta cierto punto más altos que los de OSA [25].

Con base en lo antes expuesto, en la Tabla 2 se resume comparativamente diferentes aspectos asociados de manera particular a la forma que tiene cada una de las técnicas de DSA estudiadas (CSA y OSA) para optimizar el uso de recursos espectrales.

Tabla 2. Comparación de aspectos que usan las técnicas CSA y OSA para acceder al espectro.

CSA	OSA
El espectro de los SU se comparte con los PU.	Los SU acceden de forma oportunista al espectro de los PU.
Los SU aprenden del entorno mediante la estimación de interferencias.	Los SU aprenden del entorno mediante la detección de espectro (agujeros espectrales).
Para la gestión de interferencias, una fracción del espectro de los PU se asigna a los SU.	Se asignan bandas de frecuencia disjuntas para PU y SU con el fin de controlar la interferencia.
Se emplea el control de interferencia como técnica de protección para los PU.	Se emplea la probabilidad de detección como técnica de protección para los PU.
Los SU puede transmitir con cualquier potencia.	La potencia de transmisión de los SU está limitada por un umbral de interferencia.
Se puede emplear el esquema ALOHA para acceder al espectro.	Los SU pueden emplear esquemas como CSMA / CA o CSMA / CD para acceder al espectro.
Los SU conocen la ganancia del canal, los datos transmitidos por los PU, los mensajes de los PU, entre otros parámetros.	Los SU conocen la intensidad de señal del canal de los PU.
Los SU pueden transmitir información en cualquier momento, ya que se les asigna una parte del espectro de los PU.	La transmisión de información de los SU ocurre cuando el espectro está libre.
Complejidad media de modelamiento matemático.	Complejidad alta de modelamiento matemático.
Herramienta de modelamiento matemático del sistema de comunicaciones más empleada: Inteligencia Artificial.	Herramienta de modelamiento matemático del sistema de comunicaciones más empleada: Teoría de Juegos.
Complejidad alta de codificación del modelo matemático.	Complejidad media de codificación del modelo matemático.
Nivel de utilidad alto en aplicaciones de IoT, 5G, redes de UWB, HetNets, redes densas y ultradensas.	Nivel de utilidad alto en aplicaciones de televisión radiodifundida como TVWS, aplicaciones militares, 5G, HetNets, redes densas y ultradensas.

En este punto es importante mencionar que, si bien en la actualidad se puede considerar a la AI

como la herramienta matemática con mayor potencial para el modelamiento y solución de problemas de DSA en sistemas CSA, su uso no es excluyente, puesto que se puede combinar con otras herramientas como la GT para encontrar aproximaciones de solución asociadas a óptimos globales.

De idéntica manera y con base en el razonamiento anteriormente expuesto, se puede considerar actualmente a la GT como la herramienta matemática con mayor potencial para el modelamiento y solución de problemas de DSA en sistemas OSA, teniendo en cuenta que su uso no es excluyente, puesto que se puede combinar con otras herramientas como la AI para encontrar aproximaciones de solución asociadas a óptimos globales.

Ventajas y Desventajas de la DSA. Dentro de las ventajas más importantes del uso de técnicas de DSA frente a otras tecnologías de comunicación inalámbrica tradicionales, se encuentran las siguientes:

- ✓ Permite explotar el espectro que no está siendo utilizado por los licenciatarios o PU, bien sea de manera oportunista o concurrente, lo que conlleva a un uso eficiente de este recurso.
- ✓ Mitiga las interferencias entre usuarios y mejora los niveles de QoS al detectar y conocer de manera inteligente el comportamiento del entorno radioeléctrico. Además, cambia sus parámetros dinámicamente para seleccionar los mejores canales de transmisión (aquellos canales de comunicación con un SINR más alto) [18].
- ✓ La utilización de técnicas de acceso dinámico al espectro permite mejorar el uso de recursos radio, puesto que los usuarios no licenciados o secundarios, pueden tener oportunidades de transmisión sin requerir una porción de espectro dedicado [3].
- ✓ El uso de técnicas de DSA en NGWN permite la modificación de sus parámetros operativos para adaptarse a las condiciones del canal de transmisión, por lo que el consumo de energía en los equipos transmisores, debido a colisiones y retransmisiones de paquetes de información, se reduce considerablemente [1] – [4], [18].
- ✓ Las técnicas de DSA pueden implementarse a nivel operativo casi en cualquier parte del mundo (dependiendo de las políticas de regulación de cada país), gracias a su capacidad de modificar dinámicamente su banda de frecuencias de funcionamiento y así solucionar exitosamente el problema de incompatibilidad espectral.
- ✓ Los PU pueden rentar o arrendar espectro en aquellos lugares y momentos que no lo utilicen. Esto hace que la DSA sea una tecnología viable para aquellos entes que no puedan obtener una concesión de forma inmediata debido a cuestiones legales o financieras. Además, supone una ventaja económica para los PU; aunque estos beneficios dependan directamente del esquema regulatorio que se establezca para la operación de los SU en cada país [18].
- ✓ Permite la coexistencia resiliente en un ecosistema de RF dinámico y heterogéneo mediante el reacondicionamiento del espectro, el cual se puede reciclar o reusar según sea la necesidad. Esta ventaja, permite por ejemplo que mientras se realiza el despliegue de infraestructura para redes 5G, parte de sus servicios sean soportados en la infraestructura existente de las redes 4G y 4.5G.

Si bien la DSA presenta ventajas innegables y bastante atractivas para mejorar el uso de recursos radio en NGWN, también existen algunas dificultades o desventajas, propias de todas las tecnologías emergentes que se encuentran en proceso de investigación y desarrollo. Por lo tanto, el hecho de abrir la posibilidad de utilizar el espectro de manera dinámica, desencadena dos problemáticas principales asociadas a esta técnica. Una de ellas es la incertidumbre de los PU en cuanto al potencial riesgo de interferencia procedente de las comunicaciones de los SU. Esta interferencia puede degradar los niveles de QoS de los PU e incluso puede provocar pérdidas económicas en sus esquemas de negocio, debido al posible desmejoramiento en la experiencia de usuario. En consecuencia, es importante que los SU sean capaces de contar con mecanismos eficientes para detectar las oportunidades espectrales que garanticen la protección de las comunicaciones de los PU [4], [18]. Otra problemática de índole económica es la carencia

de esquemas sólidos de incentivos para que los PU habiliten la compartición y el reuso espectral; puesto que la mayoría de las políticas de regulación en gran parte del mundo, están pensadas para técnicas de acceso al espectro estático [3], [18]. Por ello, es necesario desarrollar políticas eficientes y estrategias de asignación de precios y tarifas en el uso del espectro que puedan facilitar el acceso a los SU (lo anterior dependiendo de la legislación de cada país). Adicionalmente, y según [18] otras desventajas más específicas que se pueden considerar por ahora para la DSA son las siguientes:

- Implementación y desarrollo de técnicas de detección que puedan operar con altas tasas de muestreo, así como contar con convertidores analógicos a digitales de alta resolución y sensibilidad, y con tiempos de retardo limitados. Por lo anterior, la implementación de este tipo de hardware resulta costoso.
- Actualmente, existe el riesgo de que un sistema de comunicaciones inalámbricas de nueva generación basado en RC no pueda detectar a un determinado usuario debido a factores como los fenómenos de multitrayectoria y al desvanecimiento de la señal que experimentan los SU.
- Se requiere de niveles limitados de pérdidas de paquetes y retrasos de información durante los procesos de movilidad espectral, lo que impone nuevos retos en términos de transmisión estable de datos, gestión de canales basada en prioridades y QoS.
- Las redes inalámbricas basadas en DSA son vulnerables a ciberataques que comprometen la seguridad del sistema (al igual que otras tecnologías inalámbricas) por medio de software malicioso, el cual puede modificar, extraer, eliminar o robar datos del sistema e información sensible de los usuarios. Por ejemplo, pueden existir usuarios de RC maliciosos que se hagan pasar por un PU, de tal manera que se obstaculice o se cambie la decisión final de asignación de los recursos espectrales por parte del sistema cognitivo. Además, los softwares maliciosos pueden provocar un cambio de los parámetros de transmisión como la frecuencia, la potencia y el tipo de modulación, siendo este un desafío bastante interesante de [8], [18], [26].

III. CONCLUSIONES

El aumento continuo del tráfico de datos significa que los servicios móviles dependen del acceso a cantidades crecientes de espectro para satisfacer la demanda. Sin embargo, es cada vez más difícil eliminar por completo nuevas bandas de frecuencia para el uso futuro de dispositivos móviles. El uso compartido u oportunista del espectro puede ser una forma de ayudar, cuando no es posible eliminar una banda, al permitir el acceso móvil a bandas adicionales en áreas de cobertura determinadas y, en ocasiones, cuando otros servicios no las utilizan.

El acceso dinámico al espectro, que se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo, es un enfoque avanzado para la gestión de este recurso que está estrechamente relacionado con otras técnicas de gestión, como la gestión flexible del espectro y el comercio del mismo. Implica unificar el espectro en términos de franjas horarias y/o geográficas. Esto permite a los usuarios acceder a una parte particular del espectro durante un período de tiempo definido o en un área de cobertura dada, que no pueden exceder sin volver a solicitar el recurso.

La utilización de técnicas de acceso dinámico al espectro permite mejorar el uso de recursos radio, puesto que los usuarios no licenciados o secundarios, pueden tener oportunidades de transmisión sin requerir una porción de espectro dedicado.

Con el uso de las técnicas de DSA se incrementa la eficiencia espectral al aprovechar la actual subutilización de los recursos radio, es decir, se puede utilizar de manera óptima aquellas bandas de frecuencia que los PU no usan en un intervalo de tiempo o espacio determinado.

Las técnicas de DSA se pueden utilizar junto con diferentes tecnologías inalámbricas de nueva generación que se emplean actualmente para satisfacer la creciente demanda de recursos radio, logrando así, explotar el espectro disponible de manera más eficiente.

La técnica CSA permite que uno o varios SU transmitan simultáneamente en el espectro

primario, siempre que se pueda controlar la interferencia a los PU. Por tanto, los SU pueden transmitir de forma continua independientemente de si los PU están transmitiendo o no.

CSA puede lograr una mayor eficiencia espectral de área debido a su reutilización espacial del espectro, por lo tanto, puede usarse para acomodar altas densidades de tráfico en redes heterogéneas de nueva generación.

El objetivo general de diseño de sistemas de comunicación inalámbricos de nueva generación tipo OSA es proporcionar un beneficio suficiente a los SU al mismo tiempo que proteger a los PU de interferencias.

Teniendo en cuenta que la detección de espectro es la función habilitadora para el funcionamiento adecuado de sistemas de comunicaciones inalámbricos de nueva generación bajo el esquema OSA, es pertinente reconocer la incapacidad de un SU para realizar la detección y acceso al espectro al mismo tiempo, puesto que esto requiere un diseño conjunto de estrategias de detección y acceso para maximizar los requerimientos de transmisión propios de los SU y, al mismo tiempo, garantizar la protección suficiente para que la QoS de los PU no se vea degradada.

El espectro inalámbrico se puede catalogar como un recurso de acceso limitado y costoso, cuyo suministro deficiente impediría la implementación de nuevas tecnologías inalámbricas como LTE-A PRO y 5G. En muchos casos, a medida que los usuarios adoptan tecnologías más nuevas y se actualizan las redes, las redes más antiguas aún existen, pero a menudo se subutilizan. Esto significa que es factible volver a armar el espectro de redes más antiguas sin degradar su desempeño.

Compartir o reusar el espectro puede jugar un papel fundamental en la era 5G, siempre y cuando se realice una implementación rigurosa de las técnicas de DSA; de lo contrario se puede correr el riesgo de dañar su potencial.

Debido al crecimiento explosivo del tráfico inalámbrico de cuarta y quinta generación (4G y 5G), compartir o reusar el espectro entre los sistemas inalámbricos de nueva generación será cada vez más difícil a medida que la contaminación por interferencias en el espectro licenciado aumente, hasta un punto sin retorno de saturación; por lo tanto, se requieren cada vez más técnicas inteligentes para el uso eficiente del espectro, siendo este un tema abierto de investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, y a la cadena de formación en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes – ETR de la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería – ECBTI, por generar espacios de difusión del conocimiento especializado en pro de aportar al desarrollo académico, científico y tecnológico del país, dentro de un ecosistema moderno de Economía Digital e Industria 4.0.

REFERENCIAS

[1] Mora, J., Miramá, V., Erazo, O. (2019). Asignación de espectro basado en inteligencia artificial empleando un algoritmo metaheurístico híbrido bioinspirado. Mundo FESC.
[2] Mora, J., M. Víctor., Erazo, O. (2020). Performance Analysis of a Heterogeneous Network Using Artificial Intelligence and Multi-Objective Optimization.
[3] Mora, J. (2020). Asignación de Espectro Basado en Inteligencia Artificial y Teoría de Juegos para el Control de Interferencia en una Red Heterogénea. Tesis de Maestría en Electrónica y Telecomunicaciones. Modalidad Investigación. Universidad del Cauca.
[4] C. Liang. (2020). "Dynamic Spectrum Management". Springer Open.
[5] G. Khoshkholgh & K. Navaie. (2010). Access Strategies for Spectrum Sharing in Fading Environment: Overlay, Underlay, and Mixed. IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING, Vol. 9, No. 12, pp. 1780-1793.
[6] Martinez, A. (2015). Control de admisión y asignación de canal para acceso dinámico de espectro usando cómputo multiobjetivo. Computación y Sistemas, Vol. 19, No. 2, 2015, pp. 337-355.
[7] Martínez, A., y Andrade, A. (2013). Comparing particle swarm optimization variants for a cognitive radio network. Applied Soft Computing, Vol. 13 No. 2, 2013, pp. 1222 1234. DOI: doi: 10.1016/j.asoc.2012.10.016.
[8] Salgado, C. (2016). Técnicas inteligentes en la asignación de espectro dinámica para redes inalámbricas cognitivas. TECNURA, Vol. 20, No. 49.

[9] Martínez. E. (2016). Optimización Binaria por Cúmulo de Partículas con Memoria (MBPSO) para Resolver un Problema de Espectro Compartido. Computación y Sistemas, vol. 20, No. 1, pp. 153-168.
[10] Mitola III, J. y Maguire Jr., G.Q. (1999). Cognitive radio: making software radios more personal. Personal Communications, IEEE, 6(4), 13-18.
[11] Abbas, N.; Nasser, Y. y El Ahmad, K. (2015). Recent advances on artificial intelligence and learning techniques in cognitive radio networks. EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 1, 1-20.
[12] Zhang, Y., Zhang, Z., Luo, H., Wang, W., & Yu, G. (2012). Initial spectrum access control with QoS protection for active users in cognitive wireless networks. International Journal of Communication Systems, Vol. 25, No. 5, pp. 636–651.
[13] H. Li and Z. Han. (2010). "Competitive spectrum access in cognitive radio networks: Graphical game and learning" in Proc. IEEE WCNC, pp.1–6.
[14] Y. Xu, J. Wang, Z. Gao, Q. Wu, and A. Anpalagan. (2011). "Network throughput maximization in CRAHNs using local cooperative game", in Proc. IEEE GLOBECOM11, pp. 1–5.
[15] J. Wang, Y. Xu, Q. Wu, and Z. Gao. (2012). "Optimal distributed interference avoidance: Potential game and learning", Trans. Emerging Telecommun. Technol., vol. 23, no. 4, pp. 317–326.
[16] Z. Haibo, Y. Quan, S. Xuemin, W, Shaohua y Z, Qinyu. (2017). "Dynamic Sharing of Wireless Spectrum". Springer.
[17] Q. Zhao, B.M. Sadler. (2007). A survey of dynamic spectrum access. IEEE Signal Process. Mag. 24(3), 79–89.
[18] R. Castañeda. (2017). Tecnologías de Acceso Dinámico y Uso Compartido del Espectro. Instituto Federal de Telecomunicaciones.
[19] C. Avin, Y, Emek, E. Kantor, Z, Lotker, D. Peleg & L, Roditty. (2012). SINR Diagrams: Convexity and Its Applications in Wireless Networks. JACM 59(18), 1–18. 34. doi:10.1145/2339123.2339125
[20] García, Antonio (2019). Small Cells 4G – Nuevos modelos de negocio. ACCELLERAN.
[21] A. Goldsmith, S.A. Jafar, I. Maric, S. Srinivasa. (2009). Breaking spectrum gridlock with cognitive radios: An information theoretic perspective. Proc. IEEE 97(5), 894–914.
[22] Q. Zhao, B.M. Sadler. (2007). A survey of dynamic spectrum access. IEEE Signal Process. Mag. 24(3), 79–89.
[23] E. Astaiza, H. Bermúdez y L. Muñoz. (2017). Sensado de Espectro Local de Banda Ancha para Radios Cognitivos Multi-antena basado en Compleción de Matrices y Muestreo Sub-Nyquist Uniforme en el Dominio Disperso. Información Tecnológica.
[24] N. B. Chang and M. Liu. (2009). "Optimal channel probing and transmission scheduling for opportunistic spectrum access", IEEE/ACM Trans. Networking, vol. 17, no. 6, pp. 1805–1818.
[25] M. Shilpa & J. Manju. (2016). A Comparative Study on Various Spectrum Sharing Techniques. ELSEVIER., pp. 613-620.
[26] G. Baldini et al. (2012). "Security Aspects in Software Defined Radio and Cognitive Radio Networks: A Survey and A Way Ahead", IEEE Communications Surveys & Tutorials vol. 14, no. 2, p. 358.

Segmentación de la enfermedad Sigatoka Negra en las hojas de plátano usando técnicas de visión artificial

Juan David Betancur Cardona
Paola Andrea Mateus Abaunza
Ingeniería en Telecomunicaciones
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
jbnaza@gmail.com
paola.mateus@unad.edu.co

Sandra Milena García Ávila
Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
sandra.garcia@unad.edu.co

Resumen - La Sigatoka Negra es una enfermedad que se presenta en las plantas de plátano reduciendo la capacidad de producción de los cultivos. En Colombia, esta plaga representa una perdida alrededor del 13% sobre los costos totales de producción. Teniendo clara la necesidad a atender, se plantea desarrollar un algoritmo mediante procesamiento de imágenes y apoyado en un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) como MatLab. Donde se implementarán técnicas de visión artificial a partir de una base de datos de imágenes enfermas y sanas de las hojas de plátano, analizando las imágenes en dos espacios de color (**RGB** y **CIEL*a*b**) para obtener características relevantes de las imágenes y lograr una segmentación de estas características, asilándolas en conjuntos o clústeres a través de la técnica conocida ***como k-means***.

Palabras clave— Espacios de color, k-means, Sigatoka Negra, visión artificial.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La detección de patrones en imágenes que se capturan inicialmente basadas en el modelo de color **RGB**, brinda información importante pues permite la clasificación en tres colores distintos (**rojo, verde y azul**). Un píxel en cada 'capa', contiene un valor entre 0 y 255 lo que indica la intensidad del color en cada capa generando matrices con M x N pixeles [1]. Entre los modelos de color, el modelo **CIEL*a*b** (conocido como **CIELab**) estándar de la Comisión internacional sobre iluminación (CIE), define tres parámetros: **L**: varianza entre el blanco y el negro (luminiscencia), **a**: cambios de color entre el rojo/verde y **b**: cambios de color entre amarillo/azul [2]. (Ver Figura 1)

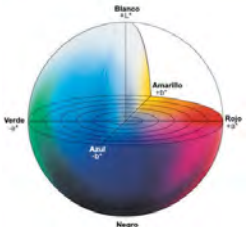


Figura 1. espacio de color L*a*b

El espacio de color **L*a*b** establece básicamente que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo al igual que el amarillo y azul. Al aplicar este estándar de color al tratamiento digital de una imagen, podemos asignar una representación numérica a cada píxel en la imagen. Una de las bondades del espacio de color **L*a*b**,

consiste en la manera que representa numéricamente el píxel en cada una de sus capas. Los valores poseen cifras decimales permitiendo obtener mayores características de los pixeles de una imagen.

Con el espacio de color **L*a*b**, se obtienen datos que son fácilmente clasificados en conjuntos o clúster lo que permite, aislar áreas específicas en la imagen analizada.

La segmentación basada en clústeres consiste en separar una imagen en varios grupos con pixeles de características similares, tratando de seleccionar los centros de los clústeres de forma aleatoria. Luego, se le asigna a cada imagen un clúster que minimice la varianza entre el píxel y el centro de éste, después se recalcula el centro del clúster por medio de la media de los pixeles almacenados; esto se repite varias veces, hasta conseguir una convergencia o que los pixeles no cambien de clúster [3]. El método conocido como ***k-means clustering*** permite una cuantificación vectorial el cual, busca patrones similares en una matriz y los agrupa en conjuntos o clúster [4], permitiendo aislar un conjunto de datos o de información de un todo.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el desarrollo de este proyecto se cuenta con dos bases de datos: la primera se refiere una base de datos de imágenes enfermas, y la segunda a imágenes sanas. Estas bases de datos de imágenes se obtienen de una finca platanera ubicada en el municipio de Guarne (Antioquia). La base de imágenes posee un total de 104 imágenes entre las que se encuentran 52 imágenes con presencia de la Sigatoka Negra (enfermas) y 52 imágenes con ausencia de esta enfermedad (sanas). El proceso de obtención de las imágenes se realiza tomando fotos de las hojas de plátano en el espacio de color RGB en formato jpg y jpeg con resolución de 720 x 1080 pixels.

La segmentación de la enfermedad de la Sigatoka Negra se divide en cuatro etapas (ver Figura 2).

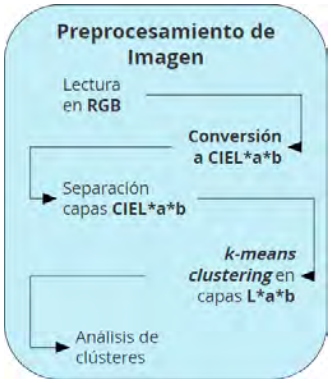


Figura 2. Preprocesamiento de imagen

En la primera etapa, se procede a subir cada imagen al IDE MATLAB realizando la lectura en el espacio de color **RGB**. Esta información se almacena en una variable y con la cual se da inicio al preprocesamiento. Este proceso arroja como resultado, una imagen con tres capas (**Red, Green, Blue**). En la segunda etapa, a la imagen en el espacio de color **RGB**, se le realiza conversión al espacio de color **CIEL*a*b**. Así, la nueva conversión, arroja la misma cantidad de matrices (3) correspondientes a cada espacio de 'color' (L = luminiscencia. Varianza entre el blanco y el negro, a: cambios de color entre el rojo/verde y b: cambios de color entre amarillo/azul).

Una de las bondades de la digitalización de la imagen, consiste en la segmentación de cada uno de sus componentes. Para el ojo humano, el objeto (la imagen) se comporta como un todo; pero este fenómeno, no es más que una mera ilusión. La imagen se construye de manera tal, que pueda ser interpretada por el observador como un elemento comprensible a su realidad circundante. Realmente las imágenes, son un compendio de capas que a su vez están construidas por unidades llamadas pixeles. Siendo estos últimos la materia prima al momento de

realizar un procesamiento digital de imágenes.

En la tercerea etapa, se procede a tomar cada capa del espacio de color **CIEL*a*b,** detectando áreas o zonas correspondientes a la presencia de la enfermedad de la Sigatoka Negra; para esto, se hace necesario separar cada una de las capas y analizar los datos que estas arrojan evidenciándose que la **capa a** que posee mayor información respecto a la presencia de la Sigatoka Negra en la imagen, mientras que la **capa b** no detecta la enfermedad, sino que se evidencia ruido (Ver Figuras 3).

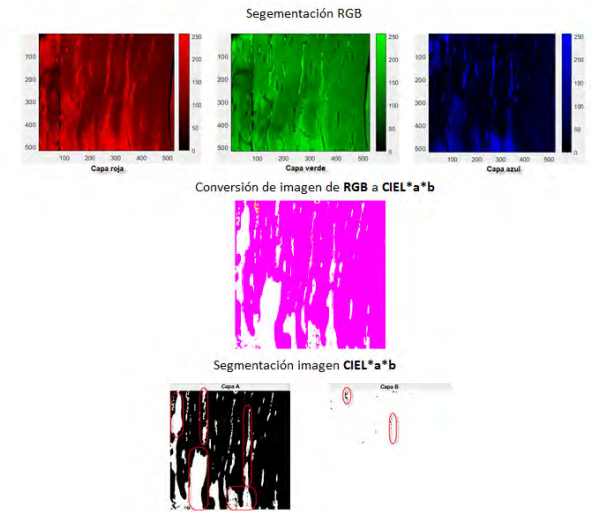


Figura 3. Lectura y segmentación de imágenes en espacio de color RGB y CIEL*a*b para una imagen con presencia de la enfermedad

En la Figura 4, para una imagen completamente sana, se puede evidenciar que en la **capa a** no se encuentra ningún pixel con información. Por lo tanto, todos los valores de esta imagen son cero (0).

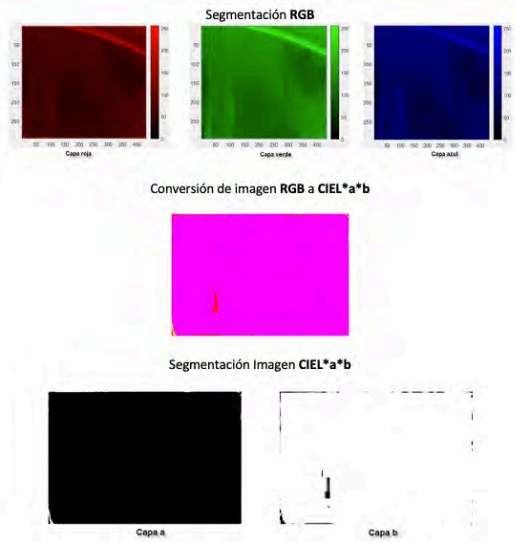


Figura 4. Lectura y segmentación de imágenes en espacio de color RGB y CIEL*a*b para una imagen completamente sana.

Teniendo las imágenes segmentadas en el espacio de color CIEL*a*b, es necesario reunir los elementos de estas capas, en conjuntos o clúster que posean características similares. Por lo tanto, en la cuarta etapa, se aplica el método conocido como ***k-means clustering*** lo que permitirá detectar en la imagen procesada, las zonas con presencia o ausencia de la enfermedad (Ver Figura 5)

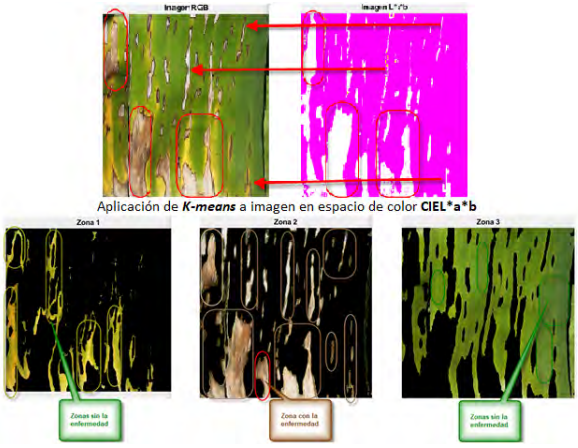


Figura 5. Aplicación *K-means* a imagen en espacio de color CIEL*a*b para una imagen con presencia de la enfermedad

Se observa como el método del ***k-means***, realiza una 'separación' de los elementos de la imagen previamente procesada en el espacio de color **CIEL*a*b**. Con estos

elementos, se realizan 'comparaciones' que permiten la segmentación de la enfermedad.

En el análisis previo respecto a las imágenes obtenidas en los distintos espacios de color (**RGB y CIEL*a*b**. Se evidencian las zonas que corresponde con la enfermedad. Al ser evidente este patrón en la imagen enferma analizada, es prudente realizar una 'multiplicación' entre la "**capa a"** del espacio de color **CIEL*a*b** y las matrices resultantes de la segmentación ***con k-means*.,** con el objeto de suprimir las zonas que no poseen la enfermedad y así poder obtener solo las características propias las áreas enfermas (Ver Figura 5).

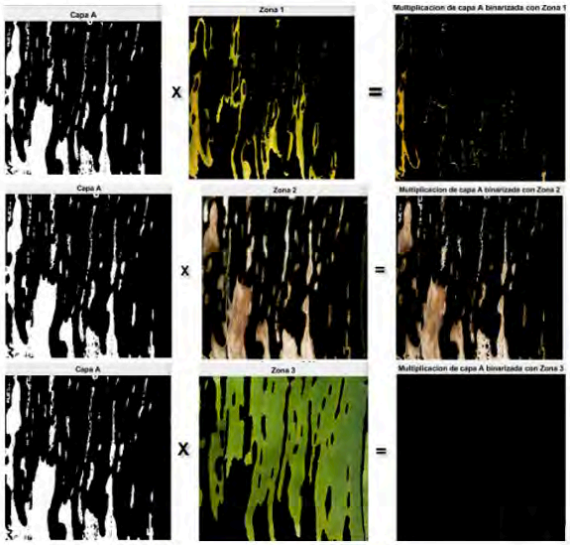


Figura 5. Multiplicación de matrices entre capa a CIEL*a*b y segmentación *K-means* para una imagen con presencia de la enfermedad

Previo a esto se debe 'binarizar' la **capa a**, con el objeto de obtener valores de cero (0) en los pixeles que no posean la enfermedad y valores de uno (1) en los pixeles que poseen la enfermedad. La razón, obedece a que se observa que la zona en la **capa a** que no posee la enfermedad de la Sigatoka Negra carece de características (áreas de color negro), sin embargo, esta misma capa presenta una similitud inconfundible con la imagen en el espacio de color **RGB** respecto a las áreas donde se presenta la enfermedad (áreas de color blanco).

Al realizar la multiplicación de la **capa a** binarizada por la Zona 1, Zona 2 y Zona 3 obtenidas del resultado de ***k-mean***, se obtiene la segmentación de la enfermedad. Donde se evidencia que en la zona que no hay enfermedad y su color es verde, el resultado de dicha multiplicación en una imagen completamente en negro, indicando que la matriz contiene sólo valores de cero (0). Mientras que en las zonas donde se encuentra la enfermedad de la Sigatoka Negra, ya sea en su etapa de color amarillo o café, la multiplicación permite la segmentación de estas tonalidades indicando que se evidencian zonas enfermas. (ver Figura 5)

En la Figura 6, se observa la multiplicación de la **capa a** binarizada por la Zona 1, Zona 2 y Zona 3 obtenidas del resultado de ***k-mean***, cuyo resultado son imágenes completamente negras indicando que la matriz en cada una de ellas tiene valores en cada pixel de cero (0), debido a que no encuentra ninguna zona que este afectada por la Sigatoka Negra.

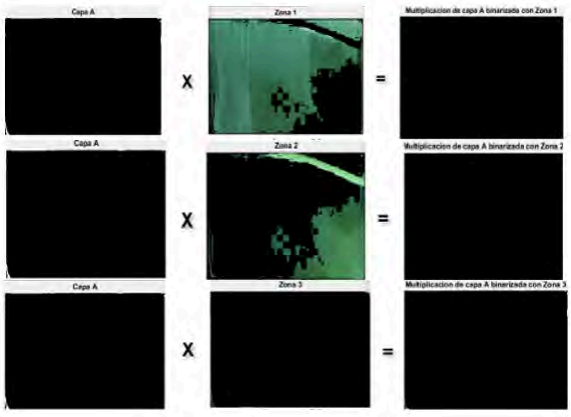


Figura 6. Multiplicación de matrices entre capa a CIEL*a*b y segmentación *K-means* para una imagen completamente sana.

III. CONCLUSIONES

Las técnicas utilizadas para el procesamiento de las imágenes según la metodología propuesta ofrecen información importante para lograr los objetivos propuestos.

El espacio de color **CIEL*a*b** arroja información del píxel analizado, permitiendo al ***k-means*** ubicar en clústeres, las zonas que se deseaban aislar de la imagen analizada y así segmentar las zonas donde se encuentra la enfermedad Sigakota Negra.

La aplicación de este algoritmo de visión artificial en el contexto colombiano podría traer como impacto, mayor eficiencia en cultivos de plátano traducida en reducción de costos por insumos químicos, mayor aprovechamiento de los suelos y menor impacto químico sobre estos.

La inclusión de este desarrollo tecnológico impulsa la inserción de la industria 4.0 en los procesos productivos agropecuarios en Colombia, permitiendo obtener mayor eficiencia apoyados en la automatización de procesos.

AGRADECIMIENTO

Expreso gratitud a las personas que me acompañaron en el desarrollo de este proceso, pues en aquellos momentos en los que la incertidumbre y el desdén por este desarrollo se hacía presente, la fortaleza, la compañía, el conocimiento y la pregunta acertada siempre estaban presentes en las personas a las que hoy agradezco por su disposición y altruismo con mi persona.

Gracias a:

Andrés Felipe Rúa Rúa

Paola Andrea Mateus Abaunza

Julian Andrés Osorno Giraldo

REFERENCIAS

[1] K. Thangadurai and K. Padmavathi, “Computer visionimage enhancement for plant leaves disease detection,” *Proc. - 2014 World Congr. Comput. Commun. Technol. WCCCT 2014*, pp. 173–175, 2014, doi: 10.1109/WCCCT.2014.39.

[2] K. Minolta, “No Title,” *Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B**. https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/.

[3] “Segmentación de imagenes por interceción de histogramas,” [Online]. Available: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11768/fichero/PROYECTO%252FCapitulo+4.pdf.

[4] J. J. Aristidis, Likas Vlassis, Nikos Verbeek, *The global k-means clustering algorithm*. 2003.

Laboratorio Virtual para el Desarrollo de Análisis de Circuitos Resistivos Mediante Modelamiento Geométrico

Néstor Javier Rodríguez García
Iván Camilo Nieto Sánchez
Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
nestor.rodriguez@unad.edu.co
ivan.nieto@unad.edu.co

Hector Raúl Rodríguez Lemus
Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
hrrodriguezl@unadvirtual.edu.co

Resumen – En este proyecto de investigación se presenta el proceso de diseño de un laboratorio virtual y creación de los elementos que intervienen en un circuito resistivo serie y paralelo. En el proceso de construcción del modelismo que intervienen en este tipo de circuitos se utiliza la creación geométrica en tres dimensiones de elementos como como multímetros fuentes de alimentación, resistencias, entre otros cuyos elementos tienen una relación intrínseca para obtener los resultados de simulación del circuito, estos elementos modelados existen en la vida real y se encuentran en la Universidad Nacional Abierta y/a Distancia UNAD en Colombia por lo que se utilizan sus características geométricas para tener un referente como si en la vida real se tratase, la metodología propuesta para el desarrollo del proyecto utiliza coo eje el método científico para la ejecución de las distintas fases desde el análisis del problema hasta el resultado final y posibles mejoras. Dentro del desarrollo las herramientas y procesos elaborados contemplan la creación de los modelos mediante software especializado y la ejecución por medio de un motor gráfico seleccionado que permite ejecutar las interacciones entre los distintos modelos y la programación basada en blueprints, la perspectiva y ejecución del laboratorio son las interacciones por medio de un avatar en vista de tercera persona y los elementos virtuales en tres dimensiones para una inmersión como si se tratara de la vida real.

Palabras clave— Análisis de circuitos, Electrónica, Instrumentación, Laboratorios virtuales, Modelamiento Geométrico.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Metodología aplicada al proyecto

Para el desarrollo de este proyecto, se escogió el método científico teniendo en cuenta que su estructura a través de 5 pasos facilita la comprensión del problema para formular una hipótesis que pueda ser comprobada o refutada a través de la experimentación, para luego analizar los resultados y así mismo llegar a las conclusiones correspondientes; desde esta perspectiva el proyecto se está llevando a cabo en 4 etapas (ver Figura 1).

En la primera etapa denominada como *problemática actual* se hace el análisis de la problemática objeto de esta investigación [1] – [7], la cual ha surgido a partir de las dificultades de los estudiantes para llevar a cabo las prácticas presenciales utilizando la tecnología e instrumentación en el laboratorio presencial [14], a través de un análisis del estado del arte relacionado con la implementación de laboratorios virtuales para el desarrollo de prácticas de circuitos resistivos [8] – [12].

Posteriormente en la etapa de *modelamiento* se analizan las variables identificadas con el fin de caracterizar los elementos utilizados según su comportamiento a través del modelamiento matemático, de su estructura y forma a través del modelamiento geométrico y las interacciones requeridas en la virtualización. Por otra parte en la etapa de *Diseño* se seleccionó el motor gráfico más adecuado para el desarrollo de las interacciones utilizando para ello técnicas de programación a través de **Blueprints** para definir las interacciones entre todos los elementos que componen el laboratorio virtual con el fin de llevar a cabo un ejercicio de análisis de circuitos resistivos; y finalmente en la etapa de *Pruebas* se puso en marcha el laboratorio para evidenciar el funcionamiento dentro de las condiciones esperadas, para identificar oportunidades de mejora.

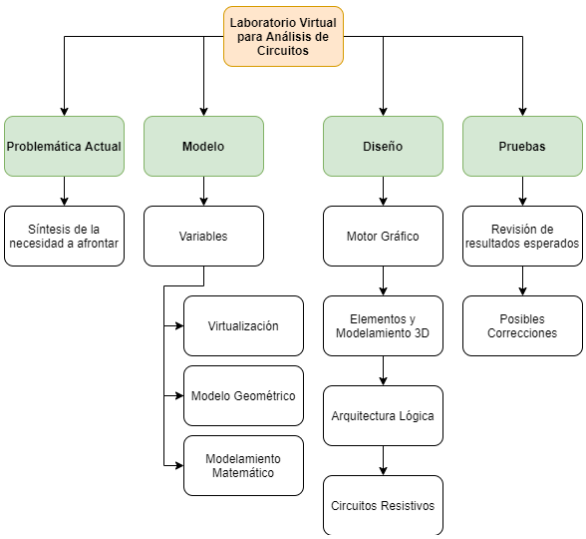


Figura 1. Metodología aplicada en el proyecto

B. Proceso de creación para el diseño del laboratorio virtual

El proceso de creación del aula virtual se basa en diseñar el espacio para la interacción entre el actor y los elementos de instrumentación [14] – [20] , por ende se crea un avatar y un entorno de simulación en 3 dimensiones (ver Figura 2). Este proceso de creación permite una relación con mayor afinidad en la manipulación de los instrumentos que se utilizan para el desarrollo de un ejercicio de circuitos resistivos.

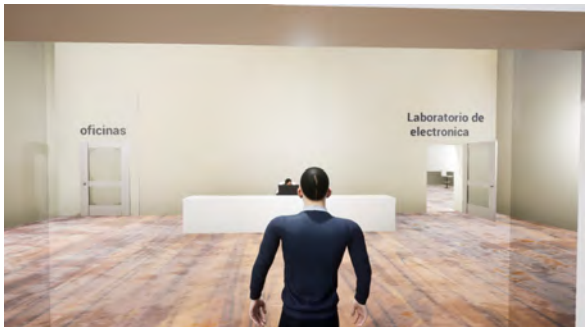


Figura 2. Ambiente virtual en tres dimensiones

Por otra parte, el proceso de creación del laboratorio se realiza con un formato que sea amigable para el estudiante [13] y la interacción de cada uno de los actores que se involucran en el espacio de simulación, como por ejemplo tener una recepcionista o también encontrar un espacio de oficinas las cuales no intervienen en el proceso de la práctica pero si permite que el estudiante se sienta en un espacio reconocido en el contexto de desarrollo de una práctica presencial (Ver Figura 3).



Figura 3. Aspectos del laboratorio que reflejan la similitud con un laboratorio real

C. Modelamiento de los elementos de laboratorio para el análisis de circuitos

Teniendo en cuenta que el proceso de creación de un circuito resistivo ya sea en configuración serie o paralelo, debe tener ciertos elementos de simulación los cuales se han diseñado a partir de las características físicas de los instrumentos reales que se encuentran en el laboratorio de las instalaciones de la Universidad Nacional Abierta

y a Distancia. El primer elemento diseñado son las resistencias (ver Figura 4), creadas en forma cilíndrica imitando el aspecto físico de una resistencia real, junto con las características que lo identifican como las líneas de colores que establecen su valor en ohmios [21] – [26].

El siguiente elemento diseñado para la interacción en la simulación de un circuito resistivo es la “baquela”, este elemento permite establecer el tipo de circuito que se desea simular ya sea serie o paralelo, junto con estas características también permite al actor verificar los voltajes que se encuentran en el circuito, desde el valor en la fuente de alimentación como también los que se encuentran en los puntos terminales de las resistencias, de esta forma el actor puede verificar la caída de tensión en cada uno de los elementos

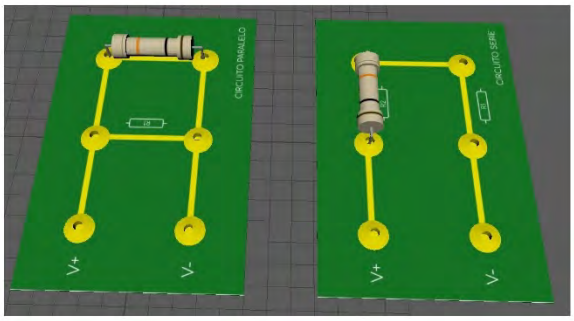


Figura 4. Resistencias y baquela diseñada para el laboratorio virtual

Por otra parte, entre los elementos de instrumentación se encuentran algunos como la fuente de alimentación y el multímetro. El primero permite establecer el voltaje de fuente que se entregará al circuito, y el segundo mide entre otras cosas la caída de tensión en cada uno de los elementos interconectados para formar el circuito (ver Figura 5), estos elementos están en proceso de desarrollo mediante el software de creación de Autodesk Maya, el cual crea una malla que permite modelar cualquier objeto en 3 dimensiones.

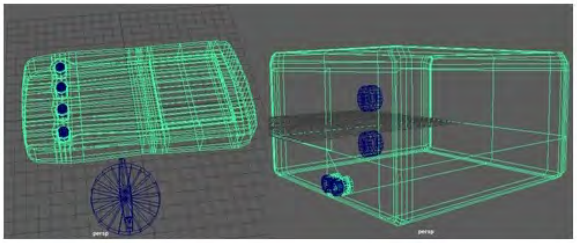


Figura 5. Prototipo de diseño de la fuente de alimentación y multímetro

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados se presentan a continuación en relación con el modelamiento de los elementos del laboratorio y el desarrollo de las interacciones entre ellos, por tanto, el proceso de diseño se ha realizado mediante software especializado para la creación de elementos en maya como también la programación de las interacciones utilizando un motor gráfico.

D. Modelamiento del laboratorio virtual

Para el proceso de modelamiento del laboratorio virtual se realizan dos fases, en la primera se utiliza un entorno de simulación estándar (ver Figura 6) en la cual se ubican los elementos de simulación y como se observa, el área es grande para que el avatar pueda desplazarse de un lado a otro; en la segunda fase del proceso de modelamiento del laboratorio se utiliza el motor gráfico con el fin de diseñar las características del laboratorio de electrónica dentro de las instalaciones físicas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia [27] – [30].



Figura 6. Entorno de simulación estándar

En la segunda fase (como se puede apreciar en la Figura 7, a la izquierda instalaciones físicas, a la derecha instalaciones creadas con el motor gráfico), el modelo se toma según las instalaciones de la Universidad UNAD sede Bogotá capital de Colombia, la implicación de utilizar esta sede como modelo para el laboratorio se basa en que allí se encuentra el laboratorio del programa de Ingeniería Electrónica y también acude la mayor población de estudiantes de dicho programa, por lo que estarán familiarizados con el espacio físico.



Figura 7. Instalaciones físicas de la UNAD vs Instalaciones diseñadas en el software de simulación

E. Modelamiento de las interacciones de los elementos del circuito resistivo

En el proceso del modelamiento, primero se crea el entorno en el cual el avatar encuentra el espacio de trabajo dentro del laboratorio, con una letra indica la interacción con el circuito preestablecido e ingresa en el proceso de inicio de la simulación, como se puede apreciar en la Figura 8 el avatar puede acercarse para iniciar el proceso de simulación Serie como también pueden interactuar con el espacio de simulación para un circuito en paralelo, este se encuentra ubicado en otro espacio dentro del mismo laboratorio [31] – [32].



Figura 8. Desplazamiento del ávatar hasta el laboratorio que desea desarollar

F. Interacción con los elementos de simulación del circuito resistivo

El proceso de simulación del circuito se realiza en el motor gráfico descrito anteriormente, sin embargo, en este punto se cambia la perspectiva de tener un avatar a una visualización denominada *en primera persona* como se puede apreciar en la Figura 9. El objetivo es tener un espacio más cómodo para interactuar con los elementos de simulación, puesto que el actor puede seleccionar las resistencias con distintos valores ya preestablecidos y con los cuales puede ir cambiando según lo establezca su guía de práctica de laboratorio.

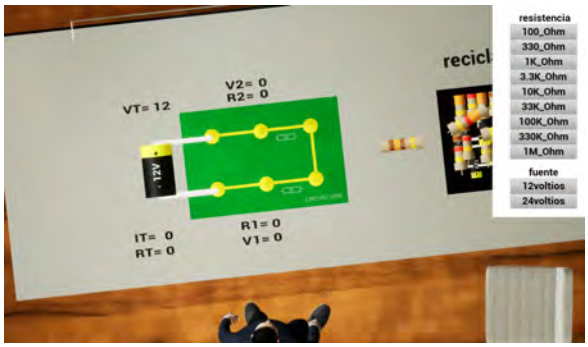


Figura 9. Imagen del laboratorio con vista en primera persona

Luego el actor manipula cada una de las resistencias seleccionadas y las ubica dentro de la baquela de forma tal que ponga en práctica los conceptos teóricos para establecer lo que es un circuito serie y como estos elementos se encuentran organizados para representarlo, como se puede apreciar en la Figura 10, en esta simulación se utilizan resistencias de valor

R1=330 ohmios y R2=100 ohmios conectadas en serie, por lo que la fuente de alimentación es de 12 voltios, en la simulación se obtienen los resultados de voltajes en cada resistencias como V2 = 9.2 voltios y V1 = 2.7 voltios, también se presentan la resistencia total como RT = 430 ohmios y la corriente total del circuito como 0.02 miliamperios.

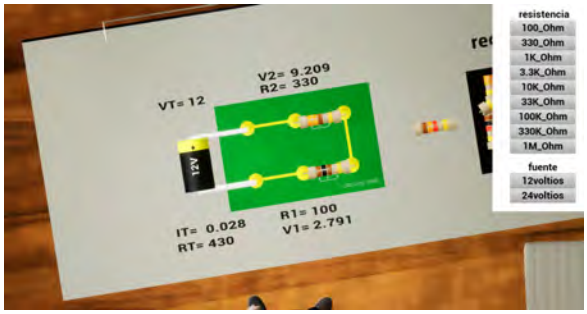


Figura 10. Banco de trabajo con circuitos serie

Para el proceso de simulación de un circuito en paralelo, el actor sale de la simulación previa y se dirige a otro sector dentro del mismo laboratorio. La interacción para ingresar al entorno de primera persona e iniciar el ejercicio es el mismo que el descrito para la simulación serie (ver Figura 11), donde se encuentra la baquela para ubicar las resistencias de forma paralela, las cuales puede seleccionar y ubicar en la posición indicada para que compruebe de conformidad con la fundamentación teórica un circuito paralelo.

Una vez se colocan las resistencias se procede a seleccionar la fuente y con ella aparecen los resultados, como se observa el valor de R1=1000 ohmios y R2=330 ohmios, también se presenta las corrientes I1=0.012 miliamperios y I2=0.036 miliamperios y la corriente total, 0.048 miliamperios, como también se presenta el valor de la resistencia total RT=248.12 ohmios

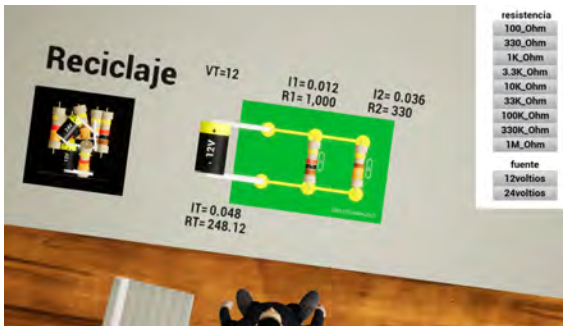


Figura 11. Banco de trabajo con circuitos paralelos

Como se puede observar el proceso de simulación contempla los instrumentos para realizar en análisis de circuitos en la configuración de serie y paralelo, estos se realizan teniendo en cuenta características que difieren de un simulador que contempla solo la simbología de los elementos y si permite el acercamiento con instrumentos en 3 dimensiones y perspectiva real de estos [33] – [35].

III. CONCLUSIONES

Con el fin de crear un ambiente cercano a lo que el estudiante encontrará en una sesión presencial para el desarrollo de prácticas de análisis de circuitos, se diseñó el laboratorio a partir de la estructura física que se encuentra en el laboratorio de electrónica de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD en la Sede Nacional Jose Celestino Mutis, y de igual manera se representa el procedimiento para la implementación de un ejercicio básico de análisis de circuitos, de tal forma que el usuario no solamente pueda simular su práctica sino que también adquiera destrezas con el uso de elementos como baquelas y los mismos elementos resistivos al momento de implementarlos a partir de un ejercicio de laboratorio.

Para caracterizar no solo el aspecto físico de los elementos involucrados en las prácticas de análisis de circuitos resistivos y el entorno, sino también su comportamiento e interacciones para obtener los resultados iguales a los encontrados en una práctica real, fue necesario el uso de programas de modelamiento geométrico, así como motores gráficos para realizar las interacciones entre sí, logrando esa convergencia esperada con el fin de realizar una práctica de

circuitos básica que permita aplicar los conceptos básicos y evidencie sus resultados de forma práctica.

Teniendo en cuenta que se trata de un proyecto en curso, aún se está desarrollando en el diseño de algunos elementos como la fuente de alimentación y el multímetro, no obstante como resultados parciales se tienen las interacciones entre las resistencias y las baquelas en función al espacio que se utiliza en el laboratorio para desarrollar una práctica sencilla, demostrando que es posible recrear este tipo de escenarios que, de acuerdo con las interacciones, permite vivir una experiencia cercana a la realidad para que el estudiante fortalezca sus destrezas en el uso de dispositivos electrónicos, teniendo en cuenta que en el desarrollo de prácticas presenciales se encontró que los estudiantes no tienen la experiencia necesaria para el uso de protoboards o resistencias.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por el espacio para socializar los avances de los proyectos de investigación desarrollados desde el Semillero de Investigación en Instrumentación y Teleinformática – SIIT.

REFERENCIAS

[1] José T. Buitrago-Molina1, Juan S. Carvajal-Guerrero2, Camilo A. Zapata-Castillo3, “Plataforma virtual para el mando local y remoto de un brazo robótico de apoyo para la educación en ingeniería,” Tecno Lógicas, vol. 17, no. 32, 2014.

[2] N. J. Rodríguez García and I. C. Nieto Sánchez, “Consideraciones para el diseño de un sistema diagnóstico de frenos de disco en un vehículo particular,” Avances, vol. 14, p. 76, 2017, doi: 10.18041/1794-4953/avances.1.1286.

[3] 2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies: IEEE, Jul. 2011 - Jul. 2011.

[4] W. Ridgewell, V. Kumar, O. Lin, and Kinshuk, “OpenSim Virtual Worlds as a Platform for Enhanced Learning Concepts,” in 2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens, GA, USA, Jul. 2011 - Jul. 2011, pp. 623–624.

[5] H.-N. Wu, X.-M. Wang, L.-K. Yu, T. Yuan, and S.-G. Kuai, “Rendering a virtual light source to seem like a realistic light source in an electronic display: A critical band of luminance gradients for the perception of self-luminosity,” Displays, vol. 59, pp. 44–52, 2019, doi: 10.1016/j.displa.2019.07.001.

[6] J. Zhang, “Implementation and Optimization of Particle Effects based on Unreal Engine 4,” J. Phys.: Conf. Ser., vol. 1575, p. 12187, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1575/1/012187.

[7] J. R. L. Vizcaino and J. P. Sebastiá, “LabView, entorno gráfico de programacióm,” 2007. [Online]. Available: https://www.semanticscholar.org/paper/bea05b9eb695a894760865bda606f0bdc64890ba.

[8] A. A. ARRIETA ALMARIO and R. L. TARAZONA CÁCERES, “STUDY OF KINETIC FORMATION AND THE ELECTROCHEMICAL BEHAVIOR OF POLYPYRROLE FILMS,” J. Chil. Chem. Soc., vol. 54, no. 1, 2009, doi: 10.4067/S0717-97072009000100004.

[9] Á. A. Arrieta A and R. L. Tarazona C, “Sistema multicanal con instrumentación virtual para una lengua electrónica,” Ingeniare. Rev. chil. ing., vol. 22, no. 3,

pp. 338–350, 2014, doi: 10.4067/S0718-33052014000300005.

[10] Sustainable Food Supply Chains: Elsevier, 2019.

[11] A Systems Approach to Managing the Complexities of Process Industries: Elsevier, 2018.

[12] 20th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'07): IEEE, Jul. 2007 - Jul. 2007.

[13] F. Banfi and C. M. Bolognesi, "Virtual Reality for Cultural Heritage: New Levels of Computer-Generated Simulation of a Unesco World Heritage Site," in Springer Tracts in Civil Engineering, From building information modelling to mixed reality, C. Bolognesi and D. Villa, Eds., 1st ed., Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG, 2020, pp. 47–64.

[14] L. E. Aparicio, L. Plazas-Nossa, and N. J. Rodriguez, "Consideraciones para el diseño del modulador y demodulador de la estación terrena CUBESAT-UD," Inf. tecnol., vol. 31, no. 1, pp. 245–252, 2020, doi: 10.4067/S0718-07642020000100245.

[15] J. Alphonse and S. Diwakar, "Deploying a Web-based Electroencephalography Data Analysis Virtual Laboratory," Procedia Computer Science, vol. 171, pp. 2420–2425, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.04.261.

[16] A. Adán, S. Salamanca, and P. Merchán, "A hybrid human–computer approach for recovering incomplete cultural heritage pieces," Computers & Graphics, vol. 36, no. 1, pp. 1–15, 2012, doi: 10.1016/j.cag.2011.10.003.

[17] A. Candiago and L. T. Kawamoto Júnior, "Virtual Multimedia Environment to Teach Safety Procedures in Laboratories," AMR, vol. 950, pp. 293–297, 2014, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.950.293.

[18] D. X. Ramos Rivadeneira and J. A. Jiménez, "Entorno de Aprendizaje 3D no Inmersivo como apoyo al componente informático," Avances, vol. 17, no. 1, 2019, doi: 10.18041/1794-4953/avances.2.5491.

[19] J. Ramírez et al., "A virtual laboratory to support chemical reaction engineering courses using real-life problems and industrial software," Education for Chemical Engineers, vol. 33, pp. 36–44, 2020, doi: 10.1016/j.ece.2020.07.002.

[20] B. Jiménez Fernández-Palacios, D. Morabito, and F. Remondino, "Access to complex reality-based 3D models using virtual reality solutions," Journal of Cultural Heritage, vol. 23, pp. 40–48, 2017, doi: 10.1016/j.culher.2016.09.003.

[21] F. Salimi and F. Salimi, "Modeling and Simulation," in A Systems Approach to Managing the Complexities of Process Industries: Elsevier, 2018, pp. 279–407.

[22] L. Herrera Mosquera, "Impact of Implementing a Virtual Learning Environment (VLE) in the EFL Classroom," Íkala, vol. 22, no. 3, pp. 479–498, 2017, doi: 10.17533/udea.ikala.v22n03a07.

[23] E. Chu and L. Zaman, "Exploring alternatives with Unreal Engine's Blueprints Visual Scripting System," Entertainment Computing, vol. 36, p. 100388, 2021, doi: 10.1016/j.entcom.2020.100388.

[24] C. Kiourt, A. Koutsoudis, and G. Pavlidis, "DynaMus: A fully dynamic 3D virtual museum framework," Journal of Cultural Heritage, vol. 22, pp. 984–991, 2016, doi: 10.1016/j.culher.2016.06.007.

[25] A. Zaldívar Colado, "Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación," IE REDIECH, vol. 10, no. 18, pp. 9–22, 2019, doi: 10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.454.

[26] P. P. Jayaraman, X. Yang, A. Yavari, D. Georgakopoulos, and X. Yi, "Privacy preserving Internet of Things: From privacy techniques to a blueprint architecture and efficient implementation," Future Generation Computer Systems, vol. 76, pp. 540–549, 2017, doi: 10.1016/j.future.2017.03.001.

[27] B. Levchenko, A. Chukhray, and D. Chumachenko, "Development of Game Modules with Support for Synchronous Multiplayer Based on Unreal Engine 4 Using Artificial Intelligence Approach," in Advances in Intelligent Systems and Computing, Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering, M. Nechyporuk, Ed., [Place of publication not identified]: Springer International Publishing, 2020, pp. 503–513.

[28] F. Sarghini, F. Erdogdu, and R. Accorsi, "Designing advanced food packaging systems and technologies through modeling and virtualization," in Sustainable Food Supply Chains: Elsevier, 2019, pp. 83–104.

[29] J. D. E. Velosa, F. J. Castillo-García, E. Espíldorab, and L. Cobo, "Requerimientos para laboratorios híbridos en Ingeniería de Manufactura," DYNA, vol. 84, no. 203, pp. 65–74, 2017, doi: 10.15446/dyna.v84n203.61495.

[30] M. Á. Roque López, "Entendiendo la programación visual en el desarrollo de videojuegos," Con A de animac., no. 9, p. 92, 2019, doi: 10.4995/caa.2019.11336.

[31] C. A. López-De Alba, F. Apodaca-Zamora, and V. H. Ortiz-Muro, "Implementación de un sistema de monitoreo de área amplia a escala de laboratorio para sistemas eléctricos de potencia," IIT, vol. 19, no. 2, pp. 195–207, 2018, doi: 10.22201/fi.25940732e.2018.19n2.017.

[32] J. C. Carver, L. Henderson, L. He, J. Hodges, and D. Reese, "Increased Retention of Early Computer Science and Software Engineering Students Using Pair Programming," in 20th Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'07), Dublin, Ireland, Jul. 2007 - Jul. 2007, pp. 115–122.

[33] D. Ruiz Olaya and E. Franco Mejía, "Herramienta de emulación de sistemas dinámicos a través de internet," RT, vol. 19, no. 46, p. 103, 2015, doi: 10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.4.a08.

[34] X. Shi, B. Chen, X. Tuo, Y. Gong, and J. Guo, "Study on performance characteristics of fused deposition modeling 3D -printed composites by blending and lamination," J Appl Polym Sci, vol. 138, no. 9, p. 32495, 2021, doi: 10.1002/app.49926.

[35] N. Kaur et al., "A blueprint for electronic utilization of ambiguous molecular HLA typing data in organ allocation systems and virtual crossmatch," Human Immunology, vol. 81, 2-3, pp. 65–72, 2020, doi: 10.1016/j.humimm.2020.01.007.

Desarrollo de sistema robusto de corrección de datos en sistemas de fotopletismografía para programas de tele-rehabilitación cardíaca

Joel carroll Vargas
Maria Consuelo Rodriguez Niño
Especialización en seguridad informática
Universidad Nacional abierta y a distancia, Colombia
Joel.carroll@unad.edu.co
mariac.rodriguez@unad.edu.co

Alejandro Martínez Ramos
Ingeniería de sistemas
Universidad Nacional abierta y a distancia, Colombia
8amartinezr@unadvirtual.edu.co

Resumen El presente artículo es la socialización de las primeras actividades de un sistema de tele-rehabilitación en casa de pacientes con antecedentes precordiales para aumentar la recuperación y así prolongar la vida. En este sentido, se espera desarrollar un sistema de bajo costo con excelentes prestaciones que pueda ser usado por personas que viven donde no hay cobertura del sistema de salud colombiano y la UNAD hace presencia.

El algoritmo UAEH cumple con los estándares y normatividad dados por los entes que regulan la criptografía a nivel mundial y es por naturaleza un algoritmo tipo lightweigth lo que lo hace interesante para su implementación en diferentes dispositivos lógicos programables y plataformas embebidas de software. La aplicación de filtros para la corrección de datos aplicado a redes de sensores es un método novedoso. Consiste en algoritmos capaces de eliminar el ruido en sensores causado por diferentes factores como el movimiento, interferencia de dispositivos en las mismas bandas de frecuencia, entre otros. Con la aplicación de las técnicas mencionadas se desarrolló un prototipo funcional confiable para ser aplicado en programas de tele-rehabilitación cardíaca.

Palabras clave: Fotopletismografía, ritmo cardiaco, esquicia cardiaca, Telemedicina

I. INTRODUCCIÓN

El DANE (departamento administrativo nacional de estadística) revela que en el periodo comprendido entre 2008 y 2017 la causa más frecuente de muerte en los colombianos son las afecciones cardíacas. En lo corrido del año 2018, la enfermedad isquémica del corazón alcanzó una participación de 20,5%, siendo la primera causa de decesos en Colombia [1]. Los pacientes que experimentan ataque cardíaco, falla cardíaca, angioplastia o cirugía cardíaca presentan un alto riesgo de reincidencia [2]. El programa de rehabilitación cardíaca RC comprende una serie de actividades que realiza el paciente para lograr un modo de vida saludable para el corazón, supervisado medicamente y así alargar la vida. Sin embargo, estudios informan que la cobertura de RC es de menos del 10% [3] por razones diferentes a los médicos, como la logística del desplazamiento del paciente al centro de salud, costos del personal médico y equipos, disminuyendo la participación de los pacientes en la RC. Una posible solución a esta problemática es realizar la RC en casa, donde el usuario pueda llevar a cabo el programa sin asistencia médica presencial que se puede denominar auto asistido, es decir, el usuario lo puede llevar a cabo haciendo uso de sistemas de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) para su tratamiento. Un estudio señala que no hay diferencia en la efectividad del tratamiento de RC realizados en casa, comparado con aquellos realizados de manera convencional en instalaciones hospitalarias [4] y que aumenta la participación de los pacientes en el tratamiento. El mayor inconveniente para llevar a cabo la RC

en casa es la necesidad de un dispositivo de medición de ritmo cardíaco [5]. Un electrocardiógrafo (ECG) portátil es un dispositivo demasiado costoso para el sistema de salud, y para la mayoría de los pacientes. Por eso, existe una necesidad de desarrollar dispositivos que permitan la implementación de Tele-rehabilitación en casa, que sean de fácil acceso, económicos, y fácil de operar, para obtener mejoría en la salud de los pacientes sin requerir la ayuda de personal médico. Los dispositivos FPG (Fotopletismografía) para ser usados en programas de Tele-rehabilitación cardíaca deben ser confiables, fáciles de usar y presentar costos reducidos. Los sistemas de ECG, son usualmente preferidos para implementar programas de RC, sin embargo, con el avance de la tecnología foto-electrónica, los dispositivos para realizar Fotopletismografía podrían ganar importancia en esta área. No obstante, el uso de FPG para RC, presenta problemas con el movimiento de los artefactos usados para realizar la medición de los cambios en el volumen de sangre en los vasos sanguíneos. Por otro lado, nuevas técnicas de filtrado [5] pueden ser usadas para realizar la corrección de artefactos de movimiento o ruido debidos a cambios de actividad física por parte de los usuarios. El ritmo cardíaco se obtiene de señales pulsátiles como el electrocardiograma (ECG) o el fotopletismograma (FPG). Aunque las pulsaciones observables en ambas señales tienen una correspondencia de uno a uno, es decir, debe ser continuo en el tiempo, las señales de FPG son más propensas a la corrupción debido al movimiento del paciente y la falta de adhesivos en su utilización. Esto se debe a que la señal de ECG es más abrupta (cambios rápidos y picos marcados), lo que facilita la detección, mientras que la FPG presenta una forma de onda más suavizada. Al requerirse movimientos de relativamente alta intensidad en la RC, la señal de ECG es preferida para estimar el ritmo cardíaco en este contexto [6]. Realizar la medición de señales FPG de forma robusta, confiable y que garantice detectar y mantener la señal pulsátil limpia de ruido producido por el movimiento es un aporte significativo a la disciplina con la Patente nº US20150289775 del 2015 en Estados Unidos. Hay que mencionar que la medición de señales FPG es una tecnología de bajo costo, dada la simplicidad en la forma de uso y tamaño de los sensores ópticos, lo cual permite que estas mediciones se puedan realizar en dedos o brazos, mediante pulseras o dispositivos similares [7]. En este sentido recientemente se han venido teniendo adelantos en la materia, varias propuestas se han basado en el seguimiento de las frecuencias cardíacas durante las mediciones utilizando un promedio de 8 segundos de las frecuencias cardíacas, las cuales no capturan con precisión la variación en las frecuencias cardíacas instantáneas durante el tiempo de muestra [8][9]. La idea principal de la presente propuesta para la UNAD radica en el desarrollo de un dispositivo FPG de bajo costo que sea igual de cómodo a una manilla vestible (wearable en inglés) para su uso cotidiano y de alta confiabilidad para la tele-rehabilitación cardíaca. La información cardíaca recolectada de los pacientes en casa será medida en tiempo real, Además el desarrollo de algoritmos para el aumento de la precisión de estos dispositivos FPG constituye un aporte a nivel científico.

II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto se incluyeron tres etapas, comenzando con el diseño de los dispositivos de adquisición de señales FPG, avanzando hacia la implementación de un sistema basado en smartphones para el procesamiento de datos y guía de las señales fisiológicas; luego la implementación de un algoritmo criptográfico entre el sensor y el dispositivo para garantizar la confidencialidad e integridad del dato. El siguiente paso consistió en evaluar la calidad de la señal FPG procesada usando como referencia la señal ECG medida, para concluir con la evaluación del sistema desarrollado con base en la información recolectada en voluntarios saludables.

La primera etapa del proyecto, busco cumplir con el primer objetivo que es diseñar un prototipo funcional de un dispositivo vestible para adquirir la señal de FPG con base en los requerimientos procedimentales de la rehabilitación cardíaca y los criterios del factor humano para el desarrollo de la tele-rehabilitación.

La siguiente etapa en este proyecto consistió en diseñar un prototipo que permita adquirir señales de fotopletismografia (FPG) para transmitirlas a un teléfono inteligente de manera encriptada mediante la implementación del algoritmo criptográfico.

En la etapa final se adecuo el sistema de adquisición vestible con base en los requerimientos procedimentales de la rehabilitación cardíaca y los criterios del factor humano.

Algunas de las técnicas utilizadas para el desarrollo del proyecto se mencionan a continuación:

Aprendizaje Automático para Sistemas Foto-plestimografícos

Durante los últimos años se evidencia el desarrollo de algoritmos computacionales novedosos para la clasificación, filtrado y mejora de señales fisiológicas capturadas con FPG [10] Así, en la literatura científica se reportan investigaciones, por ejemplo, en las cuales los procedimientos basados en FPG se usan para detectar si un conductor entra en un estado de somnolencia al conducir un vehículo [11]. También se usa FPG para detectar enfermedades cardiovasculares. Una aplicación novedosa es usar redes neuronales convolucionales profundas DCNN (Deep Convolutional Neural Networks) para calcular la edad de una persona sana a partir de la rigidez arterial [12].

Ruido en dispositivos FPG

Como se ha mencionado, los datos adquiridos con el dispositivo FPG sufren interferencia causado por el movimiento, con relación a eso [13] y [14] ofrecen diferentes soluciones para adquirir señales fisiológicas confiables. En este sentido [15] presenta un conjunto de datos adquiridos por experimentaciones con 7 sujetos usando un dispositivo FPG y acelerómetro en la muñeca para la obtención de la afectación de la señal.

Tecnología Open Hardware

En la actualidad se usan varios lenguajes de descripción de hardware para diseño en dispositivos lógicos programables entre los que están los de descripción pura como VHDL y Verilog, además de otros que traducen a estos lenguajes como System Verilog, System C o Handle C que son lenguajes de mucho más alto nivel de abstracción que usan como base al lenguaje C para traducirse a VHDL o Verilog o directamente a formatos de interconexión de compuertas o bloques funcionales como lo son los archivos EDIF. La utilización de los dispositivos FPG se ha venido incrementando en el uso de la medicina en los últimos años. Usualmente se usa para la medición de la presión sanguínea y cantidad de oxígeno en la sangre [16] [17]. Aunque existen aplicaciones que van desde la medición de la hemoglobina como método no invasivo logrando altísimas precisiones, alrededor del 96% con respecto métodos tradicionales [18], hasta la medición de la apnea del sueño [19] donde la tecnología contribuye a la

adquisición de los datos de manera cómoda para el paciente. Sin embargo, mejorar la exactitud de los datos capturados con tecnología FPG es un reto por resolver, por esta razón en la literatura se encuentran varios estudios encaminados a este propósito. En [20] mostraron resultados en la mejora del rendimiento del FPG al eliminar el ruido causado por el efecto del movimiento durante el ejercicio del sujeto aplicando la comparación de dos algoritmos: Butterworth-Wavelet y algoritmo adaptativo de mínimos cuadrados normalizado.

En ese mismo sentido, la reducción del ruido causado por el movimiento fue tratado por Pon Gani Ayub Tamudia y Astri Handayani [21] quienes aplicaron el filtro adaptativo Normalized Least Mean Square (NLMS) y Spectral Peak Tracking (SPT) contribuyendo notablemente en la mejora de la tecnología en estudio.

III. RESULTADOS

Las señales fisiológicas capturadas con el sensor de Fotopletismografía se pasan por un sistema computacional que descarta los valores por fuera de los rangos definidos previamente a la que nos referimos como una señal original en la Figura 1, la cual ostenta frecuencia de muestreo de 50 Hz. Posteriormente se verifica aplicando tres etapas de filtración para extraer una señal adecuadamente limpia e inmune de ruido. Los experimentos individuales en la primera etapa se llevan a cabo por separado como se muestran en la imagen 1.

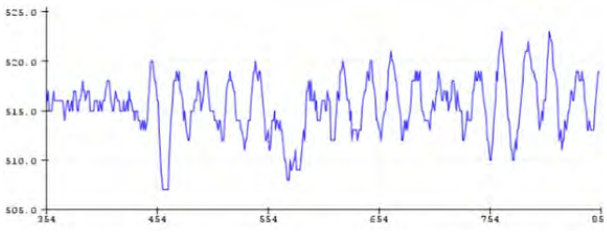


Figura 1. Señal original sin filtrado

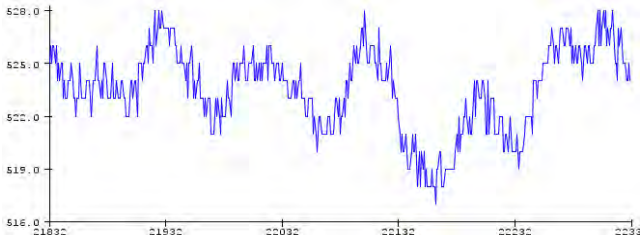


Figura 2. Señal filtrada

IV. CONCLUSIONES

Se demuestra que la calidad de la señal es muy fácil de corromper a partir del ruido que se genera por el movimiento de los sensores en la toma de datos.

Se diseño un prototipo funcional para la captura de señales fisiológicas usando la tecnología Fotopletismografía para posteriormente filtrar las señales usando dos técnicas de filtrado. Los resultados muestran que la información filtrada tiene un comportamiento más adecuado correlacionándolos con un sistema de ECG usando la tecnología open hardware.

En trabajos futuros se desarrollará un algoritmo que incluya la eliminación de valores por fuera de los esperados mediante la caracterización de las señales en pacientes sanos para el potencial diagnóstico de cardiopatías.

V. REFERENCIAS

[1] DANE, «Portal Dane,» [En línea]. Available: http://systema74.dane.gov.co/bincol/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=DEFOC0817&lang=esp ..

[2] Chioncel O, Mebazaa A. (2020) Microcirculatory Dysfunction in Acute Heart Failure. In: Dorobantu M., Badimon L. (eds) Microcirculation. Springer, Cham

[3] Navas, C. M., Lugo, L. H., & Ortiz, S. D. (2011). Estudio descriptivo del programa de rehabilitación cardiaca de la Clínica Las Américas. Revista Colombiana de Cardiología, 18(4), 199–205.

[4] Jolly, K., Taylor, R., Lip, G. Y., Greenfield, S., Raftery, J., Mant, J., ... Stevens, A. (2020). The Birmingham

Rehabilitation Uptake Maximisation Study (BRUM). Home-based compared with hospital-based cardiac rehabilitation in a multi-ethnic population: cost-effectiveness and patient adherence. Health Technology Assessment (Winchester, England), 11(35), 1–118.

[5] M.H. Terra, J.P. Cerri, and J.Y. Ishihara.(2014) Optimal robust linear quadratic regulator for systems subject to uncertainties. Automatic Control, IEEE Transactions on, 59(9):2586-2591, 2014

[6] Chung, H., Ko, H., Thap, T., Jeong, C., Noh, S.-E., Yoon, K.-H., & Lee, J. (2016). Smartphone-Based Cardiac Rehabilitation Program: Feasibility Study. PloS One, 11(8), e0161268. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161268

[7] Youngsun Kong ; Ki H. Chon,(2019) "Heart Rate Tracking Using a Wearable Photoplethysmographic Sensor During Treadmill Exercise" ISSN: 2169-3536, 17

[8] Z. Zhang, (2015)"Photoplethysmography-based heart rate monitoring in physical activities via joint sparse spectrum reconstruction", IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 62, no. 8, pp. 1902-1910

[9] Chioncel O, Mebazaa A. (2020) Microcirculatory Dysfunction in Acute Heart Failure. In: Dorobantu M., Badimon L. (eds) Microcirculation. Springer, Cham

[10] Youngsun Kong ; Ki H. Chon,(2019) "Heart Rate Tracking Using a Wearable Photoplethysmographic Sensor During Treadmill Exercise" ISSN: 2169-3536, 17

[11] Moon SK, Gong JC, Kim JH, Lee KC, Kim HY, Choi EK, Lee MJ.(2018) A retained catheter fragment in radial artery caused by accidental catheter transection during arterial catheter removal. J Anesth.26(4):625–6

[12] Toshiyo Tamura, (2019) "Regulation and Approval of Continuous Non-invasive Blood-Pressure Monitoring Devices"Part of the IFMBE Proceedings book series IFMBE, volume 76

[13] Kim WY, Jun JH, Huh JW, Hong SB, Lim CM, Koh Y. Radial to femoral arterial blood pressure differences in septic shock patients receiving high-dose norepinephrine therapy. Shock. 2013;40(6):527–31

[14] Bartels K, Esper SA, Thiele RH. Blood pressure monitoring for the anesthesiologist: a practical review. Anesth Analg. 2016;122(6):1866–79]

[15] Moon SK, Gong JC, Kim JH, Lee KC, Kim HY, Choi EK, Lee MJ. A retained catheter fragment in radial artery caused by accidental catheter transection during arterial catheter removal. J Anesth. 2012;26(4):625–6

[16] O'Horo JC, Maki DG, Krupp AE, Safdar N. Arterial catheters as a so21urce of bloodstream infection: a systematic review and meta-analysis. Crit Care Med. 2014;42(6):1334–9.]

[17] Youngsun Kong ; Ki H. Chon, "Heart Rate Tracking Using a Wearable Photoplethysmographic Sensor During Treadmill Exercise" ISSN: 2169-3536, 17 October 2019]

[18] Escalante et al., 2018, Jutinico et al., 2018, Jutinico 2019., Cerri 2013., Ishiara 2015 et al., Bonomi et al., 2016

[19]Toshiyo Tamura, "Regulation and Approval of Continuous Non-invasive Blood-Pressure Monitoring Devices"Part of the IFMBE Proceedings book series (IFMBE, volume 76) 25 September 2019

[20] Haydeé Alicia Yáñez-OcampoBrayans Becerra-Luna Raúl Cartas-RosadoRaúl Martínez-MemijeOscar Infante-Vázquez "Development of a Device Based on Oscillometry and Photoplethysmography for Measuring Blood Pressure" Part of the IFMBE Proceedings book series (IFMBE, volume 75) 01 October 2019

[21] Selva NidhyananthanR. Dharshana ShahiniNon-invasive Haemoglobin Measurement Using Photoplethysmographic Technique, 13 agosto 2019

Prototipo de Software de Analisis Interactivo de Redes sociales para la compañia MOVIP SAS

Wilmer Yesid Pachón Molina
Ingeniería de Sistemas
Universidad De Cundinamarca, Colombia
wyesidpachon@ucundinamarca.edu.co

Gina Maribel Valenzuela Sabogal
Docente Investigador de Ingeniería de Sistemas
Universidad de Cundinamarca, Colombia
gvalenzuela@ucundinamarca.edu.co

Resumen - Este proyecto de investigación despliega el desarrollo del Software de Análisis Interactivo de Redes sociales (SAIR), un aplicativo web, que permite realizar la gestión de redes sociales en la compañía MOVIP SAS, basado en los requerimientos funcionales y técnicos que se establecieron. Así mismo, se realizó el diseño del software bajo la arquitectura UML, en donde se detallaron las distintas funcionalidades que tiene el aplicativo. Como parte de la ejecución del proyecto se realizarán pruebas funcionales del software web y se aplicarán pruebas de calidad mediante la herramienta SonarQube, para después implementarlo en la compañía MOVIP SAS.

De igual manera, es preciso resaltar que la elaboración de este proyecto posibilita un mayor rendimiento en el proceso de marketing digital permitiendo promover la marca de cada cliente y la identificación clara del público al cual se desea llegar, mediante la implementación de SAIR, una solución basada en el uso de la tecnología y sistemas de información.

En esta investigación se aplica la metodología de desarrollo SCRUM que permite administrar correctamente el tiempo y tiene espacios de retroalimentación para corregir errores que puedan surgir durante el desarrollo del software web, obteniendo beneficios como son la flexibilidad, la reducción de riesgos, el incremento en la productividad y la calidad de los resultados. Por último, este proyecto brinda un mejor diagnóstico de marca y tendencia a los clientes a través de canales digitales, con el fin de ejecutar acciones de marketing de manera eficaz.

Palabras clave— Gestión de contenido, Marketing digital, Programación de publicaciones, Redes sociales, Software de análisis.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se implementará la metodología de investigación mixta, la cual implica la combinación de los enfoques cuantitativos y cualitativos[1]. En este sentido, el método cuantitativo nos permitirá evaluar cómo es la usabilidad e interacción del usuario con el software por medio de encuestas con diferentes preguntas[2].

Las fases de la metodología cuantitativa que se realizarán para este caso serán las siguientes:

1. Pruebas funcionales y no funcionales del software web realizadas por la empresa MOVIP SAS.
2. Formato de experiencia y utilización del software web.
3. Evaluación de experiencia y cumplimiento del software .
4. Informe de resultados.

Por otra parte, el método cualitativo nos permitirá saber por medio de entrevistas como se sintió el usuario usando el software y así mismo las cosas buenas, malas y por mejorar del software[2]. , la investigación cuantitativa es una forma

estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes[2]. Por último, estas preguntas realizadas en la entrevista serán registradas en el software NVIVO para así poder hacer un análisis cualitativo del impacto social que puede llegar a tener este mismo.

De igual manera, para el desarrollo del Software de Análisis Interactivo de Redes sociales (SAIR) se implementará la metodología SCRUM ya que permite administrar correctamente el tiempo y tiene espacios de retroalimentación para corregir o pulir errores que puedan surgir durante el desarrollo del software web[3]. Según Gallego "Scrum al ser una metodología de desarrollo ágil tiene como base la idea de creación de ciclos breves para el desarrollo, que comúnmente se llaman iteraciones y que en Scrum se llamaran Sprint"[3].

Algunos de los elementos que se utilizaran de la metodología Scrum la cual se eligió para la planificación, seguimiento y resultados del software deseado son:

En los roles se encuentran:

Product Owner: Se encarga de obtener el máximo valor posible al mínimo costo. También es el responsable de la cartera de productos, conocida como pila de producto o Product Backlog[4].

Scrum Master: Es un rol muy sustancial dentro de un equipo Scrum, su participación en todos los eventos de un Sprint y haciendo de líder al servicio de los demás, lo convierten en un ingrediente esencial para la armonía del equipo[5].

Scrum Team: Son responsables de entender los requerimientos del negocio especificados por el Propietario del Producto, estimar Historias de Usuario y crear los Sprints del Proyecto[6].

Usuarios: Son quienes frecuentemente interactúan con el Propietario del Producto, el Scrum Master y el Equipo Scrum para proporcionarles la información necesaria para la creación del Producto de Proyecto[7].

Eventos de Scrum:

Sprint: Es un bloque de tiempo de un mes o menos durante el cual se crea un incremento de producto "Terminado" utilizable y potencialmente desplegable[8]. En este sentido, se realizará un Sprint cada 15 días en el cual se hará entrega de avances del proyecto.

Revisión de Sprint: Valoración que se realiza al final de cada Sprint en el cual se inspecciona el incremento y los resultados obtenidos[9].

Retrospectiva de Sprint: Se efectúa luego de la revisión de cada Sprint en el cual se hace un balance general de lo que ha sido la fase anterior, se realizan conclusiones, mejoras y recomendaciones[9].

Herramientas Scrum:
Sprint Backlog: La Lista de Pendientes del Sprint es decir es el conjunto de elementos seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el Incremento de producto y conseguir el Objetivo del Sprint[10].

Por último**,** el desarrollo del software se basa fundamentalmente en el lenguaje de programación PHP usado originalmente solamente para el desarrollo de aplicaciones que interactúan en el lado del servidor[11]. En este sentido, se espera que el desarrollo del software posibilite un mayor rendimiento en el proceso de Marketing digital permitiendo promover la marca de cada cliente e identificar el público al cual se desee llegar.

Así mismo, la persona encargada de realizar la gestión de cada red social entenderá mejor a los seguidores de cada cliente, facilitando la creación y planificación de contenido relevante. Así mismo, se implementará Big Data para el uso de datos masivos y así adaptar los productos y servicios que ofrecen los clientes a las necesidades de sus seguidores.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para este proyecto muestran como es el proceso de la implementación y el desarrollo de un software que permita gestionar las redes sociales y su contenido en la compañía MOVIP SAS. En este sentido, su implementación es de gran importancia debido a que actualmente la compañía en su proceso de gestión de redes sociales se hace por medio de una aplicación llamada Facebook Business la cual solo permite gestionar dos redes sociales las cuales son Facebook e Instagram permitiendo que solo se tenga control de esas dos redes sociales y no de otras.

Por otra parte, Facebook Business no permite ciertas acciones que un software de gestión de redes sociales puede hacer tales como lo son: vincular varias cuentas, programar publicaciones, mostrar las estadísticas de las interacciones que tienen el público con cada red social, crear páginas web y monitorear las redes sociales vinculadas.

A. Estado de arte

En España, la universidad Alcalá de Henares, público un artículo en revista latina de comunicación social analizando las nuevas formas de comunicación y sensibilización, en concreto en el ámbito digital a través de un estudio de caso de la marca de moda ECOALF[12]. En este sentido, la universidad Alcalá de Henares público un artículo en revista latina de comunicación social analizando las nuevas formas de comunicación y sensibilización, en concreto en el ámbito digital a través de un estudio de caso de la marca de moda ECOALF[12]. Con esa finalidad, para el tratamiento de datos se utilizó el Software NVIVO 11 categorizando los datos obtenidos a través de análisis de los atributos de la marca, estrategias y palabras claves[12].

Los estudiantes de la Facultad de Ciencias Administrativas y Contables de la Universidad De La Salle publicaron un artículo con el fin enseñar sobre el marketing digital, el cual puede ser aplicado en las Pymes comerciales de la ciudad de Bogotá en el sector prendas de vestir[13]. Según Rúa, el marketing digital ofrece una gran variedad de estrategias que las pymes comerciales del sector prendas de vestir podrán utilizar de manera fácil para comercializar sus productos con efectivas tácticas que tendrán como fin resultados deseados de ventas, fidelización o posicionamiento de marca[13]. En este sentido, se recomienda usar las herramientas de posicionamiento en buscadores ya que permite usar palabras claves a razón de que es el principal medio por el cual el usuario hace la búsqueda de contenido[13].

Por último, En Perú la facultad de ciencias empresariales de la Universidad Cesar Vallejo público un artículo en donde se demostró el uso eficiente del software de gestión en la mejora de la eficiencia y eficacia en las Pymes comerciales en la ciudad de Trujillo[14].

En este sentido, el software de gestión se implementó no solo en las redes sociales sino también en las distintas herramientas informáticas como CRM, SCM y SRM teniendo como resultado que las redes sociales que más se usan de manera repetitiva son Facebook y WhatsApp. Por otra parte, las herramientas informáticas que más se usa en un nivel alto del 14% es CRM y en un nivel bajo SCM con un 7%[14].

B. Formato de requerimientos

El formato de requerimientos IEEE realiza una descripción de la herramienta, para dar a conocer las funcionalidades más importantes del desarrollo al igual que las restricciones que podrían llegar a existir.

Por lo tanto, se hace una definición de supuestos y dependencias que deben ser tomadas en cuenta para que el proyecto funcione correctamente y su vida útil se prolongue. Así mismo, se descubren y se refinan los requerimientos requeridos para que la herramienta pueda cumplir con su objetivo general.

C. Modelado del Software

La base para la elaboración de los diagramas que sé diseño para este proyecto fueron los requerimientos funcionales realizados con el formato IEEE. Con esa finalidad, algunos de los requerimientos más importantes dentro del entorno de la herramienta web son los siguientes:

Tabla 1. Requerimientos destacados del Software web

Nombre del requerimiento	Descripción del requerimiento
Vincular redes sociales	El rol administrador y el rol CommunityManager podrán leer, actualizar y borrar los datos de cada una de las redes sociales de los clientes asociados
CRUD Publicaciones	El rol administrador y el rol CommunityManager podrán crear, editar y eliminar publicaciones en cada una de las redes sociales vinculadas.
Monitoreo	El rol administrador y el rol CommunityManager podrán realizar un monitoreo de las distintas redes sociales en donde se evidenciarán las menciones de la marca del cliente teniendo como criterio de búsqueda las palabras que inserte el usuario y así visualizar la cantidad de usuarios que comentan acerca del cliente.

Fuente: Autores

Los lenguajes de modelado son herramientas para construir los modelos del sistema, un modelo es la abstracción de una entidad del mundo real, existen varios lenguajes para ello, el lenguaje de modelado UML es considerado un estándar dentro de la comunidad científica[15].

En este sentido el lenguaje que se utilizó para realizar el modelado del Software web fue el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) el cual como su nombre lo indica, es un lenguaje de modelado y no un método o un proceso y está compuesto por una notación muy específica y por las reglas semánticas relacionadas para la construcción de sistemas de software[16].

D. Necesidades futuras de la investigación

El Software web de acuerdo con la implementación que se desea diseñar tiene la posibilidad en el futuro de implementar la funcionalidad recomendaciones de planes de contingencia, de esta manera los investigadores del proceso de gestión de riesgos puedan tomar mejores decisiones a partir de las recomendaciones del software.

E. Aspectos más generales

Es preciso afirmar que la elaboración de este proyecto posibilita un mayor rendimiento en el proceso de Marketing digital, permitiendo la planeación de publicaciones, el seguimiento y levantamiento de resultados, gestionar el contenido que se desee publicar en las distintas cuentas vinculadas desde un solo lugar, optimizar el tiempo y así mejorar la productividad, monitorear las redes sociales y visualizar la cantidad de seguidores que se tiene a diario.

Con esa finalidad, se elaboraron los requerimientos en donde se evidencian cada una de las acciones que realizara cada usuario dentro del software web en su versión final. Así mismo se llegó a la conclusión de que existen dos roles que podrán hacer uso del software web siendo el rol administrador y el rol CommunityManager los cuales cumplen funcionalidades similares, pero con la diferencia de que el administrador podrá dar permiso a los demás usuarios, visualizar las distintas notificaciones y gestionar los datos de los usuarios registrados.

Conforme a lo anterior se realizó el diseño de los diagramas UML necesarios para comenzar el proceso de codificación del prototipo del software web que posteriormente se podrá emplear dentro de la compañía estando en supervisión tanto del administrador de la compañía como del CommunityManager.

Por otra parte, se desarrolló las funcionalidades que tendrá el prototipo de software web para le

gestión de redes sociales teniendo como soporte los requerimientos y la diagramación UML. En este sentido, se estableció que el prototipo de software web debe mejorar la gestión de cada una de las redes sociales de los clientes asociados en la compañía con el fin de optimizar esta tarea que se realiza desde una aplicación limitándose a solo usar dos redes sociales por cliente.

III. CONCLUSIONES

El uso de esta herramienta web permitirá unificar la gestión de redes sociales desde un mismo lugar siendo esto de gran importancia en las empresas. En este sentido, se optimizará distintas operaciones como el contenido que se desee publicar en cada red social permitiendo programar dicho contenido.

Por otra parte, este Software web permitirá promover la marca de cada cliente asociado a la compañía con el fin de identificar el público al que se desea llegar mediante el desarrollo e implementación de una solución basada en el uso de la tecnología y los sistemas de información.

Así mismo, la implementación de este Software web será de gran ayuda para la compañia MOVIP SAS en su proceso de gestion de redes sociales. En este senior, el Software permitirá una gestión ordenada que facilite las tareas de análisis, particularmente con los clientes de la empresa.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento y gratitud a las siguientes personas por su valioso aporte y apoyo en la realización de este proyecto:

A la profesora Gina Maribel Valenzuela Sabogal, Docente Universidad de Cundinamarca extensión Facatativá. Directora de proyecto de grado. Así mismo, a los profesores de la carrera de Ingeniería de Sistemas quienes pacientemente nos compartieron su conocimiento.

REFERENCIAS

[1] D. Rodríguez, G. Jordi, and V. Roquet, “Metodología de la investigación.”

[2] R. Hernández-Sampieri and P. Mendoza Torres, “METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA - Roberto Hernandez Sampieri - Google Libros,” *Mac graw hill education*. p. pág 5-12, 2018.

[3] 2012 (Trigas Gallego & Domingo Troncho, “Metodoligia SCRUM,” 2012. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Raimundo_Llanos/publication/28178574_Las_redes_sociales_Para_que/links/00b4952d3deec29d36000000.pdf. [Accessed: 07-Aug-2020].

[4] H. S. Sverrisdottir, H. T. Ingason, and H. I. Jonasson, “The Role of the Product Owner in Scrum-comparison between Theory and Practices,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 119, pp. 257–267, 2014.

[5] Y. Shastri, R. Hoda, and R. Amor, “Spearheading agile: the role of the scrum master in agile projects,” *Empir. Softw. Eng.*, vol. 26, no. 1, 2021.

[6] F. M. Fowler, “Scrum Team Roles,” in *Navigating Hybrid Scrum Environments*, 2019, pp. 31–38.

[7] N. Gandelman, “Metodología SCRUM,” 2005.

[8] P. Deemer and G. Benefield, “Una introducción básica a la teoría y práctica de Scrum,” p. 20, 2012.

[9] J. Palacio, A. Menzinsky, and G. López, *Scrum Manager I - Las reglas de scrum*, vol. 2. 2015.

[10] jeff S. Ken schwaber, “La Guía de Scrum TM,” 2016.

[11] M. Á. Arias, “Aprende Programación Web con PHP y MySQL - Miguel Ángel Arias - Google Libros,” *IT Campus Academy*, 2015. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mP00DgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=que+es+php&ots=DMLljGdPk_&sig=kvIrKOouLPE9RwoFIVN8iKijmH

U#v=onepage&q=que es php&f=false. [Accessed: 30-Mar-2021].

[12] E. Matarín, R. U. Rey, and J. Carlos, "La estrategia en las redes de una marca de moda The network strategy of a fashion brand," pp. 33–53, 2020.

[13] N. C. Rúa, "Marketing digital para pymes comerciales en Colombia," p. 25, 2018.

[14] R. Patricia, *Revista CIENCIA Y TECNOLOGIA*, vol. 9, no. 12. 2018.

[15] B. B. I. ELIZABETH and C. L. J. XAVIER, "Modelado UML en el diseño de software," 2018.

[16] G. Sparks, "Una Introducción al UML," pp. 1–47, 2008.

Anotación automática de metabolitos para metabolómica no dirigida basada en LC/MSMS

Romer Alexander Zambrano[1]
Martha Zuluaga[2]
[1] Universidad Naciona de Colombia, Colombia
[2] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
rzambranoc@unal.edu.co
martha.zuluaga@unad.edu.co

Resumen

La metabolómica no dirigida basada en LC/MS-MS genera un gran número de señales de las cuales una gran mayoría quedan sin identificar, debido al número limitado de espectros de MS-MS para todo el metaboloma. La anotación de los compuestos es un proceso manual y por tanto uno de los pasos menos eficientes en el procesamiento de datos metabolómicos. Por lo tanto, este estudio se centra en proponer una metodología automatizada del proceso de anotación de metabolitos usando espectros predictivos de la fragmentación *in sillico* de los compuestos candidatos. Para esto se usaron datos experimentales de un estudio de metabolómica no dirigida basada en LC/MS-MS. Adicionalmente, Se descargó una librería de referencia del metaboloma del organismo con la información del ion molecular de cada compuesto y su nomenclatura SMILES (plantcyc.org), a la cual se le calculó la masa para cada uno de los aductos de la matriz. Posteriormente, se realizó la automatización del proceso de comparación de masas para determinar los posibles candidatos estableciendo un error umbral de 20 ppm. Posteriormente a estos compuestos se les determina el espectro predictivo mediante la fragmentación in silico usando la plataforma abierta CFM-ID 3.0, adquiriendo los espectros de la ionización a 10, 20 y 40 eV. Finalmente, los espectros de MS-MS predictivos y experimentales son comparados para establecer el metabolito anotado. Esta metodología propuesta permite una disminución considerable del tiempo de anotación de metabolitos y puede ser replicable a cualquier otra matriz biológica.

Palabras clave—
Anotación de metabolitos, automatización del proceso de anotación, fragmentación in silico, metabolómica.

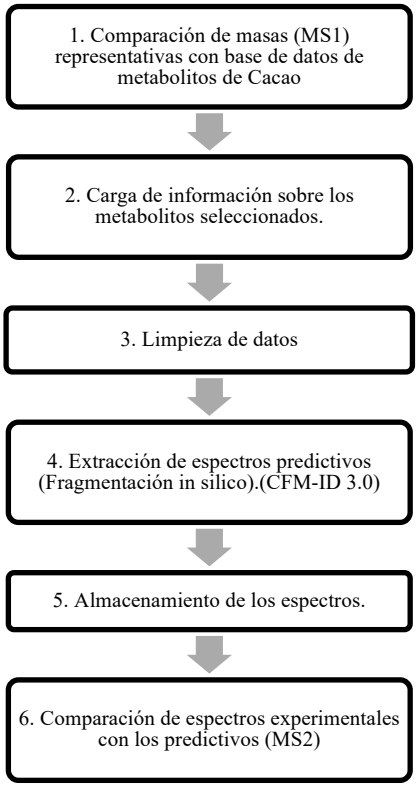
I. MATERIALES Y MÉTODOS

La automatización se realizó en el sistema operativo Windows, por medio de una rutina principal llamada 'main.py' la cual utilizó el navegador Mozilla Firefox®, geckodriver (sotfware libre como WebDriver especifico de este navegador) y el lenguaje Python con el complemento de las librerías de código abierto: pandas, os, io, urlib3, requests, beautiful soup, y selenium, además de una librería de desarrollo propio llamada 'espectros_teoricos.py' la cual ejecuta subrutinas que complementan la rutina principal. Previo al uso de la rutina se debe contar con el Web Driver y tener instalado Mozilla FireFox®.

La Figura 1. muestra de manera general la secuencia de acciones que realiza el script de automatización.

Figura 1. Proceso de automatización

1. Inicialmente se construye una base de datos de *Theobroma cacao* a partir de la



información de PlantCyc (plantcyc.org)[1], la cual contiene el nombre del compuesto, el peso molecular, la relación m/z de los posibles aductos, la nomenclatura SMILES y el código PubChem. Posteriormente, las señales experimentales representativas de MS1 se comparan con las de la base de datos de cacao construida con un umbral de diferencia de 0.02 Da y se obtiene un listado de las coincidencias (posibles metabolitos candidatos).

2. La lista de las coincidencias (posibles candidatos) se organizó en columnas con los nombres clave: origen (m/z experimental), SMILE, PubChem y los aductos en un archivo con extensión tipo '.csv' el cual se cargó como un DataFrame por medio de la librería pandas la cual también reconoce archivos de tipo '. xslx'. Adicionalmente se cargó el archivo con información de los orígenes.
3. Se realizó la verificación de los candidatos y los orígenes iniciales, para descartar aquellos orígenes que no tienen metabolitos candidatos. Luego se creó un identificador único con el código PubChem del candidato para asignarlo al archivo del espectro predictivo.
4. Para iniciar la rutina de *"web scraping"* para la extracción de espectros predictivos, se utilizó la plataforma CFM-ID 3.0 (https://cfmid.wishartlab.com/predict). Para esto se cuenta con la lista donde relaciona el origen y la cantidad de candidatos que se asocian a este, luego se debe seleccionar el origen del cual se quiere simular los espectros predictivos. Luego se muestra una tabla donde se relaciona la masa y los aductos que coincidieron con m/z del origen con un umbral de +/-0.02 Da, ofreciendo al usuario las siguientes opciones (ver Figura 2) para realizar la extracción de información mediante *"web scraping"*:
   - Seleccionar el tipo de aducto según las opciones proporcionadas por la página CFM-ID.
   - Seleccionar la cantidad de candidatos a simular el espectro predictivo.
   - Utilizar el aducto seleccionado para la simulación espectros, en forma general o independiente para todos los candidatos.
   - Utilizar múltiples pestañas de trabajo donde carga en cada un candidato diferente.

```
Lista de aductos de modo ion positivos que simula CFM-ID

Número de aducto: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

Tipo de aducto: ['[M+H]+', '[M]+', '[M+NH4]+', '[M+Na]+', '[M+K]+', '[M+Li]+', 'Unknown']


Escriba el número correspondiente al tipo de aducto: 1

¿Desea simular todos los candidatos? 1->Si 0->No
:1

¿Desea usar este aducto automaticamente para toda la simulación?

1-> Si 0-> No
: 1

¿Desea utilizar multiples pestañas? 1->Si 0->No
:1

¿Cuantas pestañas?
:5
```

Figura 2. Opciones de consola previo a la extracción espectros predictivos

Luego completadas las opciones anteriores la rutina abre el navegador Mozilla FireFox® por medio de la librería selenium y usando el WebDriver para la carga de páginas web y manejo automático del navegador. En la página web de la plataforma CFM-ID 3.0 en

la sección de predicción de espectros, se cargan automáticamente las opciones suministradas y la información clasificada: Nomenclatura SMILE del metabolito candidato y aducto, esta plataforma realiza la simulación en servidores en línea por lo que en la pestaña de trabajo se muestra el estatus del proceso de simulación que realiza la plataforma.

En la consola del usuario aparece una tabla especifica de cada origen que muestra el aducto, la masa del aducto y la opción de metabolito candidato a la que corresponde (ver figura 3). Adicionalmente debajo de esta tabla se muestra la opción que se esta simulando en la plataforma CFM-ID.

```
 Origen 309.1852

Candidatos vs Aductos asociados a cada opción

           M.K    M.H.NH4   M.2ACN.2H     M.2K.H M.Isoprop.Na.H       X2M.H
0   309.204158
1               309.19105
2               309.19105
3                         309.165323
4                         309.165323
5                         309.165323
6                         309.165323
7                                    309.19504
8                                    309.20104
9                                                309.17011
10                                                         309.171276
Candidatos 1 de 11


1-> Guarda el resultado
0-> No Guarda el resultado
: 0
```

Figura 3. Opciones de consola durante la extracción espectros predictivos

En la figura anterior se muestran las opciones de la rutina cuando la plataforma termina la simulación cuando en la pestaña de trabajo aparecen los resultados los cuales si son negativos la rutina da la opción de no guardarlo y continúa mostrando la otra pestaña de trabajo en caso de usar la opción de trabajo con múltiples pestañas o cargar el siguiente candidato.

Si el resultado es positivo se muestra un espectro que contiene las energías de fragmentación del metabolito a energías de ionización de 10V, 20V y 40V, la rutina guarda el url de la página web, esto es posible debido a que la plataforma permite el acceso al resultado por medio del url hasta en un máximo dos días posterior a la simulación.

5. Cuando todos los metabolitos candidatos correspondientes a un origen son cargados por la rutina y simulados por la plataforma, se continua con el almacenamiento de los espectros generados por medio de las librerías urlib3, io, request y beautiful soup se abre url almacenado y se extrae la información correspondiente a las masas e intensidades a las energías de ionización en un archivo el cual se nombra bajo la codificación: Código PubChem_op_número_tipo de aducto, este es de tipo “.csv” con codificación UTF-8. El archivo es almacenado en una carpeta llamada resultados y una carpeta con el número del origen la cual genera la subrutina automáticamente usando la librería os.
6. La comparación de espectros (MS2) predictivo y experimental se realiza automáticamente mediante un script en R, sacando el reporte de la comparación con el error en ppm

Después de realizado el proceso la rutina ofrece las opciones de volver a realizar la simulación seleccionando otro tipo de aducto o también con otro origen de la lista.

```
Resultados

Tipo de origen 494.7732
Candidatos

Completados
 ['1']

Fallidos
 0


 ¿Desea utilizar otro aducto?: 1->Si 0->No
:0


¿Desea continuar con otro origen?: 1->Si 0->No
: 0
```

Figura 4. Opciones que consola al finalizar la extracción espectros predictivos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con un total de 37 orígenes los cuales coincidieron en masa con 203 metabolitos candidatos, la herramienta permitió la obtención de 164 espectros predictivos de ionización por

electrospray (ESI), para un modo de ionización positiva, realizando la carga en la plataforma con aductos como: [M]+, [M+H]+, [M+Na]+, [M+K]+ y Unknown.

Al realizar la extracción de los espectros predictivos, utilizando múltiples cargas de información por medio del uso automático de múltiples pestañas para una posterior organización de los resultados positivos en carpetas y archivos locales de tipo ‘.csv’ con codificación UTF-8, disminuyó el tiempo que exige la recopilación de esta información la cual es una actividad que consume mucho tiempo en el campo de la metabolómica [2]-[4].

Al final de la corrida del algoritmo se obtiene la visualización de la comparación de los dos espectros (Figura 5.), el experimental y el teórico, junto con una tabla reporte donde se indica el cada uno de los iones, sus intensidades y su error en ppm (Tabla 1.)

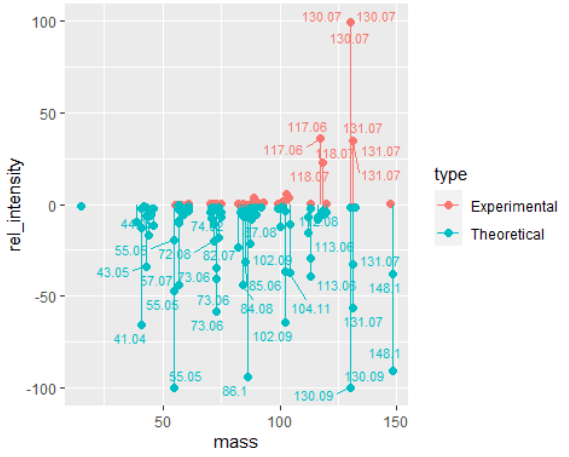


Figura 5. Comparación de espectros experimental y teórico fragmentado in silico.

Tabla 1. Fragmentación por MS/MS. Teórico y Experimental

Experimental m/z	Theoreticla m/z	Experimentlal Relative Intensity	Theoretical Relative Intensity	Error (ppm)
366,2104	366,213581	100	100	8,68564184
110,0726	110,071274	100	29,8740565	-12,049465
253,129	253,129517	59,643436	22,0190153	2,04164258
156,0781	156,076753	100	16,4057385	-8,6303692
156,0781	156,076753	100	15,2594369	-8,6303692
366,2104	366,213581	100	7,6983392	8,68564184
110,0726	110,071274	100	7,53161651	-12,049465
253,129	253,129517	59,643436	7,23086366	2,04164258
110,0726	110,071274	100	5,86957664	-12,049465
235,1189	235,118952	56,4019449	4,96162334	0,22158996
235,1189	235,118952	56,4019449	3,73485909	0,22158996
156,0781	156,076753	100	2,3161464	-8,6303692

El error en ppm permite establecer las diferencias entre las masas de los iones que teórico y experimental que se fragmentaron. Adicionalmente, la intensidad relativa me indica como es el patron de fragmentación. Estas intensidades pueden variar significativamente cuando las energías de ionización teóricas son diferentes a las usadas experimentalmente.

II. CONCLUSIONES

El tiempo del proceso de anotación de metabolitos disminuyó considerablemente, permitiendo identificar con una buena precisión un número importante de metabolitos.

La metodología puede ser replicable para cualquier otra matriz u organismo, debido a que se pueden utilizar la información de otras bases de datos que contengan al menos la nomenclatura SMILE o InChIKey de los metabolitos.

AGRADECIMIENTO

Use el título singular aun cuando se tenga muchos agradecimientos. Evite las expresiones como “Uno de nosotros gustaría agradecer... .” En cambio, escriba “Agradecimientos de los autores a ... por su ….”

Los agradecimientos al patrocinador y de apoyo financieros se ponen en la nota a pie de página de la primera página sin numerar.

REFERENCIAS

[1] "Plant Metabolic Pathway Databases | Plant Metabolic Network." https://plantcyc.org/ (accessed Jul. 1, 2021).
[2] B. B. Misra and S. Mohapatra, "Tools and resources for metabolomics research community: A 2017–2018 update," Electrophoresis, vol. 40, no. 2, pp. 227–246, 2019, doi: 10.1002/elps.201800428.
[3] C. Pérez Ramba, "Estrategias Para El Análisis De Datos Metabolómicos Dirigidos Al Diagnóstico Clínico," Universitat De València, 2018.
[4]A. Gil de la Fuente, "Diseño, validación e implementación de una herramienta para la identificación de metabolitos," Universidad Complutense de Madrid, 2016.

Blueprints como técnica para el diseño de una Unidad Aritmético Lógica – ALU en un entorno virtual

Iván Camilo Nieto Sánchez
Néstor Javier Rodríguez García
July Natalia Mora Alfonso
Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
ivan.nieto@unad.edu.co
nestor.rodriguez@unad.edu.co
july.mora@unad.edu.co

Esteban Chanto Sánchez
José Roberto Santamaría Sandoval
Ingeniería en Telecomunicaciones
Universidad Estatal a Distancia - UNED, Costa Rica
echanto@uned.ac.cr
jsantamaria@uned.ac.cr

Resumen – Para la formación de profesionales en Electrónica, Telecomunicaciones y afines son indispensables los conocimientos en pensamiento lógico para la aplicación de sistemas digitales; por esto, a través del desarrollo del proyecto de investigación titulado "Diseño de una Unidad Aritmético Lógica para el Análisis y Simulación de Circuitos Digitales en el Laboratorio Virtual en 3D – Fase 2.5" se diseñará e implementará un dispositivo a través del cual el usuario pueda desarrollar prácticas y aplique los fundamentos teóricos dentro del laboratorio virtual desarrollado en la fase I del proyecto el cual se denomina "Diseño de un Laboratorio Virtual para la Práctica de Análisis de Circuitos por Medio de Modelamiento Geométrico".

El diseño en tres dimensiones de la ALU se realizará en el motor gráfico *Unreal Engine* haciendo uso de la técnica denominada *Blueprints* para establecer las posibles interacciones con otros elementos del laboratorio, haciendo que el dispositivo sea compatible con todo el entorno del laboratorio virtual.

Se espera como resultado final del proyecto familiarizar a los estudiantes con elementos propios de un laboratorio y su uso, fortaleciendo el razonamiento cuantitativo y pensamiento lógico en la formación de los futuros profesionales.

Palabras clave — ALU, Blueprints, Laboratorio virtual, Modelamiento, Motor gráfico.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Contexto del laboratorio virtual y el uso de la ALU

Esta investigación surge de los proyectos planteados y aprobados en las convocatorias 007 de 2018 y 009 de 2020 de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, denominados cronológicamente así:

- Diseño de un laboratorio virtual para la práctica de análisis de circuitos, por medio del modelamiento geométrico en 3D – Fase I, desde la cual se trabajó el modelado de elementos esenciales del laboratorio como: multímetro, fuente y protoboard. Proyecto en etapa finalización.

- Diseño de un laboratorio virtual para la práctica de análisis de circuitos e instrumentación, por medio del modelamiento geométrico en 3D – Fase II, este se orienta al diseño de dispositivos como sensores y foto-resistencias. Proyecto en etapa inicial.

Esta herramienta de apoyo tiene un doble propósito, busca familiarizar al estudiante con elementos propios de laboratorio y su uso adecuado, así como fortalecer el razonamiento cuantitativo y pensamiento lógico.

B. Laboratorios virtuales

Los métodos de enseñanza han sufrido cambios a través del tiempo, por lo cual varias instituciones han replanteado el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC para familiarizar al estudiante con el manejo de equipos de instrumentación electrónica a través de laboratorios virtuales, y estos se han convertido en un apoyo para aquellos que desean profundizar sobre temáticas específicas y reforzar sus conocimientos utilizando las TIC.

El uso de laboratorios virtuales se vincula a diferentes áreas del conocimiento como refuerzo al proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes, dentro de los autores que han trabajado la temática se encuentran [1] que evaluó el uso de laboratorios virtuales de ciencias de la educación en la Universidad Estatal de Costa Rica – UNED y su impacto en los estudiantes; [2] reforzó a través de prácticas virtuales los conocimientos adquiridos en los cursos y a partir del autoaprendizaje; [3] desarrolló laboratorios relacionados con la electrónica digital a través de tecnología móvil de realidad virtual; y [4] suministró un ambiente virtual donde los estudiantes aprenden y experimentan conceptos electrónicos en un ambiente amigable para el usuario.

C. Contexto de la ALU

La Unidad Aritmético Lógica (ALU) es un elemento compuesto de entradas y salidas relacionadas entre sí, que fortalece competencias propias del razonamiento lógico, las cuales son necesarias en varias áreas del conocimiento y específicamente en la Electrónica, Telecomunicaciones y afines [5], [6].

Partiendo de esto, se plantea el diseño de un dispositivo microelectrónico que ofrece la oportunidad a los estudiantes de revisar en un espacio simulado el uso de los equipos y conocer posibles situaciones de la práctica presencial; el dispositivo microelectrónico contará con las mismas características de una ALU real, por lo tanto es necesario identificarlas y definir su comportamiento para integrarlas al objeto diseñado. En la Figura 1 se puede apreciar el funcionamiento básico de la ALU [7].

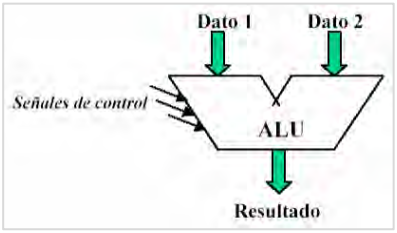


Figura 1. Representación de una ALU

D. Motor gráfico Unreal Engine y blueprints

Para el replicar el aspecto físico del dispositivo microelectrónico se utilizará el motor gráfico *Unreal Engine* reconocido internacionalmente por el diseño de texturas e iluminación [8], [9], que ofrece un beneficio al desarrollo del proyecto de investigación y la construcción de la ALU que será integrada en el laboratorio virtual.

Unreal Engine es un motor gráfico de código abierto [10] que trabaja con dos tipos de lenguaje de programación tales como *C++* en el cual está basado y surgió en el año 1998, y posteriormente con el avance tecnológico se creó una alternativa más intuitiva denominada *Blueprints* [11] para que usuarios con menos experiencia de programación utilizaran este tipo de herramientas con el ánimo de desarrollar sus propias aplicaciones.

E. Metodología aplicada en el proyecto

Este proyecto se basa en la construcción de un dispositivo microelectrónico en un laboratorio virtual a través de la búsqueda de información, experimentación, mejora y análisis de resultados, para lo cual se utilizará una metodología ágil basada en el desarrollo incremental a través de 3 iteraciones, en la primera se obtiene el prototipo de la ALU de acuerdo con las características y funcionamiento; en la segunda se verifica el

funcionamiento y se proponen acciones de mejora según el resultado obtenido para finalmente en la última iteración se compruebe que las dificultades hayan sido corregidas.

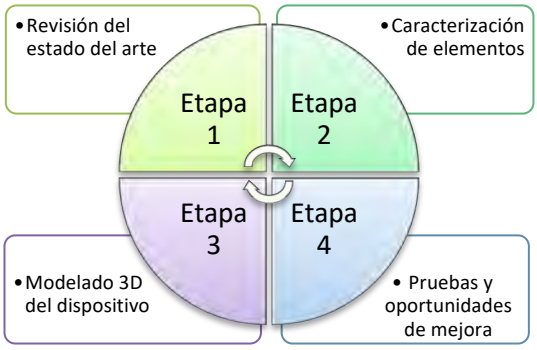


Figura 2. Diagrama esquemático de la metodología

En ese sentido, cada iteración está compuesta por cuatro etapas como se muestra en la Figura 2, que, de conformidad con las actividades de cada una darán como resultado el diseño de la ALU.

En la etapa 1 se busca establecer las compuertas lógicas y características propias del dispositivo microelectrónico, que dará lugar al diseño de la estructura que tendrá este en el laboratorio virtual. La etapa 2 involucra la instrumentación y elementos necesarios para el desarrollo de prácticas que involucren lógica combinacional y secuencial. Para establecer las interacciones entre las compuertas del dispositivo microelectrónico y los demás elementos del laboratorio virtual se plantea la etapa 3. Por último, en la etapa 4 se implementará la ALU en el laboratorio virtual, realizando pruebas de funcionamiento para encontrar oportunidades de mejora en cada una de las iteraciones propuestas.

F. Interacciones establecidas para la ALU

Dentro de las etapas de investigación se establecen las operaciones básicas de la Unidad Aritmético Lógica – ALU, que se originan a partir de las tablas de verdad utilizando la lógica proposicional, donde se plantean diferentes combinaciones que resultan en las operaciones binarias básicas tales como AND, OR, XOR, entre otros; este dispositivo tendrá un número determinado de entradas y salidas para el desarrollo de prácticas relacionadas con lógica combinacional y secuencial.

Por otra parte, al tratarse de un dispositivo lógico integrado en el laboratorio virtual se espera que interactúe con los demás elementos diseñados en la fase 1 del proyecto, tales como las fuentes de alimentación y los multímetros.

G. Blueprints para la programación de las interacciones

Con el modelado del dispositivo, se inicia el desarrollo de las interacciones que definen el comportamiento y la lógica de su funcionamiento de acuerdo con las entradas/salidas, e igualmente su relación con los diferentes elementos [8], [12].

Como ya se mencionó, *Blueprints* es un lenguaje de programación gráfico que permite a los diseñadores a través de bloques establecer las interacciones de la ALU en el motor gráfico *Unreal Engine* [13], por lo tanto para caracterizar un comportamiento, un movimiento o similares, basta con arrastrar en los bloques en el entorno de trabajo con los comportamientos deseados para que el elemento adquiera las características establecidas como se muestra en la Figura 3.

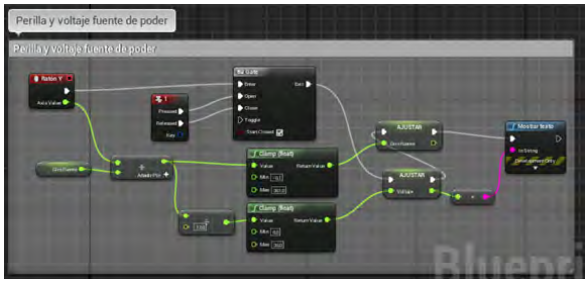


Figura 3. Programación en *Blueprints*

Como ejemplo, al caracterizar el comportamiento de la ALU como una compuerta lógica AND, la respuesta a la salida teniendo valores lógicos de "0" y "1" se darán de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla de verdad de la compuerta AND

Comportamiento de la compuerta AND		
A	**B**	**Resultado**
0	0	0
0	1	0
1	0	0

1	1	1

Como se observa, según los valores de entrada se obtiene un resultado en la salida, y específicamente para el caso de la compuerta AND, sólo se obtiene un valor *verdadero* cuando las dos entradas de la ALU toman un valor lógico de "1"; este comportamiento se programa a través de bloques en *Blueprints* para que el estudiante al ingresar valores lógicos en las entradas obtenga como respuesta un resultado real que pueda comprobar o refutar con la fundamentación teórica, poniendo a prueba sus conocimientos.

H. *VHDL como apoyo para la construcción de la ALU*

VHDL es reconocido por la IEEE como un lenguaje que permite la descripción de circuitos digitales en la automatización de circuitos electrónicos; para la definición de las operaciones que tendrá la ALU se utilizó este lenguaje como modelo, dado que las instrucciones caracterizan los comportamientos de cada una de las compuertas. *VHDL* facilita la identificación de características del comportamiento a programar en *blueprints.* En la figura 5 se observa la ALU propuesta en VHDL, con las mismas características que involucrará el dispositivo diseñado e incorporado en el laboratorio virtual, haciendo de este lenguaje un punto de partida adecuado para establecer los procesos a incorporar en *Unreal Engine*.

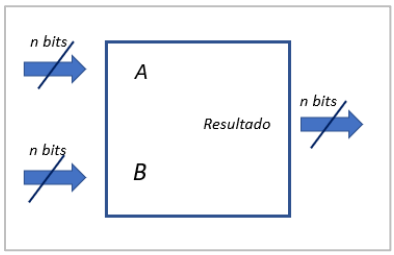


Figura 4. Esquema de una ALU en VHDL

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contar con una herramienta como la ALU permite a los estudiantes profundizar en la lógica proposicional y razonamiento lógico aplicado al diseño de sistemas complejos que den respuesta a las necesidades de su entorno.

Una de las alternativas más válidas para simplificar circuitos digitales de acuerdo con su ecuación o condiciones de entrada es el álgebra booleana y su validación a través de tablas de verdad, dado que le permite a los estudiantes conocer todos los posibles estados de operación y la ecuación resultante, sin embargo, para llevar a cabo este análisis se requiere la aplicación de conocimientos propios del razonamiento cuantitativo que previamente debe haber adquirido en función de una solución por medio herramientas de procesamiento como las Unidades Aritmético Lógicas.

Dado que es un proyecto en desarrollo, el diseño de la ALU no se ha definido; actualmente se está trabajando en el dimensionamiento del dispositivo, de acuerdo al número de entradas y salidas; este responderá a los contenidos que darán soporte al desarrollo, especialmente en los cursos relacionados con Electrónica Avanzada, Instrumentación, Electrónica Digital y similares tanto en la UNAD como en la UNED.

Será a partir de las prácticas propuestas de los cursos académicos que se definirá la estructura de la ALU y su objetivo de aprendizaje, esto es lo que finalmente delimita el modo de operación del dispositivo, características constructivas y modelado. Así las cosas, no se ha establecido la estructura física del dispositivo, que estará determinada por el número de entradas, salidas y pines de control, al igual que las operaciones que se realicen según la complejidad de los ejercicios propuestos.

Finalmente, como el proyecto se encuentra en fase de desarrollo a través del uso de software de código abierto, esto podría limitar las características de la ALU y su modo de operación, que a su vez influirá en la dimensión de las pruebas iniciales y modo de aplicación.

III. CONCLUSIONES

Los laboratorios virtuales se convierten en un apoyo para los estudiantes que desean profundizar sobre temáticas específicas y reforzar conocimientos que después pondrán en práctica

en un entorno real para comprobar los datos obtenidos a través de herramientas de simulación.

Para el caso específico de esta investigación se utilizan técnicas de modelado en *blueprints*, estableciendo las operaciones que se realizarán dentro de ejercicios de simulación de circuitos digitales, e igualmente la interacción con la instrumentación que actualmente hace parte del laboratorio virtual.

Aunque actualmente se vive una situación de emergencia debido al SARS-CoV-2 en Colombia y el mundo el diseño de esta herramienta busca fortalecer el razonamiento cuantitativo y pensamiento lógico en los estudiantes, generando un valor agregado a su proceso de aprendizaje que luego pondrá en práctica con el uso de los equipos reales en el laboratorio para la construcción de conocimiento específico.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD de Colombia, por apoyar iniciativas que aportan al desarrollo de los estudiantes y docentes.

A la Universidad Estatal a Distancia - UNED de Costa Rica, por aportar a la construcción colectiva de conocimiento a través de la vinculación de docentes y su experiencia en esta investigación.

REFERENCIAS

[1] V. Monge, J & Méndez, 'Monge, J & Méndez, V.', *Vent. y desventajas usar Lab. virtuales en Educ. a distancia la opinión del Estud. en un Proy. seis años duración.*, vol. 31, 2012, doi: 10.15517/revedu.v31i1.1255. [Online]. Available: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/1255

[2] A. Lorandi, G. Hermida, J. Hernández, and E. Ladrón de Guevara, 'Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería', *Rev. Int. Educ. en Ing.*, vol. 4, pp. 24–30, 2011 [Online]. Available: http://bibliografia.eovirtual.com/LorandiA_2011_Laboratorios.pdf

[3] M. Khairudin, A. K. Triatmaja, and I. W.J., 'Mobile Virtual Reality to Develop a Virtual Laboratorium for the Subject of Digital Engineering', *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 13, no. 4, 2019, doi: https://doi.org/10.3991/ijim.v13i04.10522.

[4] M. T. Valdez, C. M. Ferreira, and F. P. M. Barbosa, '3D virtual laboratory for teaching circuit theory — A virtual learning environment (VLE)', in *2016 51st International Universities Power Engineering Conference (UPEC)*, 2016, pp. 1–4, doi: 10.1109/UPEC.2016.8114126.

[5] B. Pandey, J. Yadav, and M. Pattanaik, 'IO standard based energy efficient ALU design and implementation on 28nm FPGA', in *2013 Annual IEEE India Conference, INDICON 2013*, 2013, doi: 10.1109/INDCON.2013.6725996.

[6] N. Yadav and P. Kumari, 'Design of ALU using dual mode logic with optimized power and speed', in *IMPACT 2017 - International Conference on Multimedia, Signal Processing and Communication Technologies*, 2018, pp. 41–45, doi: 10.1109/MSPCT.2017.8363970.

[7] N. Gaur, A. Mehra, D. Kamboj, and D. Tyagi, 'A novel implementation of 32 bit extended ALU Architecture at 28nm FPGA', in *2016 International Conference on Emerging Trends in Communication Technologies, ETCT 2016*, 2017, doi: 10.1109/ETCT.2016.7882932.

[8] K. Nop, J. Manissaward, and T. Oattarapon, 'Development of character design frameworks using game engine: Unreal engine', in *ECTI DAMT-NCON 2019 - 4th International Conference on Digital Arts, Media and Technology and 2nd ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering*, 2019, pp. 54–59, doi: 10.1109/ECTI-NCON.2019.8692268.

[9] X. Shi, X. Xiang, and L. Ye, 'Design and Implementation of Virtual-Real Interactive System for Mixed Reality', in *Proceedings - 2nd International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval, MIPR 2019*, 2019, pp. 475–479, doi: 10.1109/MIPR.2019.00096.

[10] N. E. L. G., G. T. de Clunie, and G. Santana, '3D game engine as a visual information system', pp. 1–4, 2012, doi: 10.1145/2261605.2261655. [Online]. Available: https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/6218040

[11] A. Drozina and T. Orehovacki, 'Creating a tabletop game prototype in unreal engine 4', in *2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2018 - Proceedings*, 2018, pp. 1568–1573, doi: 10.23919/MIPRO.2018.8400282.

[12] N. Igawa, T. Yokogawa, M. Takahashi, and K. Arimoto, 'Model Checking of Visual Scripts Created by UE4 Blueprints', in *Proceedings - 2020 9th International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2020*, 2020, pp. 512–515, doi: 10.1109/IIAI-AAI50415.2020.00107.

[13] S. Rodrigues, H. K. Rayat, R. M. Kurichithanam, and S. Rukhande, 'Shriek: A Role Playing Game Using Unreal Engine 4 and Behaviour Trees', in *2021 4th Biennial International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE)*, 2021, pp. 1–6, doi: 10.1109/icnte51185.2021.9487723 [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/document/9487723/

Análisis de datos Climáticos para la toma de decisiones agrícolas

Zalma Valentina Moreno Galeano
María Consuelo Rodriguez Niño
José Miguel Herrán Suarez
Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Colombia
zvmorenog@unadvirtual.edu.co
mariac.rodriguez@unad.edu.co
jose.herran@unad.edu.co

Jesús Olivares
Ciencias de la Computación
Universidad Politécnica Nacional
México
jmolivar@hotmail.com

Jorge Armando Fonseca Carreño
Agronomía
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Colombia
Jorge.fonseca@unad.edu.co

Resumen La investigación muestra la implementación de técnicas de Machine Learning en el análisis de datos climáticos de julio a septiembre de dos fincas del municipio de Sichoque, Boyacá, además incluye un análisis estadístico de correlación como prueba y el uso de la regresión lineal para los proceso de predicción de datos. Esta metodología es validada por diferentes seudocódigos y busca presentar elementos que permitan la toma de decisiones acertadas en los procesos de producción agrícola.

Palabras clave— Agricultura de Precisión, clima, , Machine Learning, Regresión Lineal, variables

I. INTRODUCCION

La agricultura de precisión se refiere a la provisión de las condiciones adecuadas para cada planta de cultivos agroalimentarios, se enfoca en el uso de nuevas tecnologías y el uso eficiente de los recursos, un aspecto importante es el análisis de datos recolectados en campo los cuales se centralizan y permiten su análisis y comparación en tiempo real, permitiendo tanto a técnicos, agricultores e investigadores la toma de decisiones basados en información local y global .

El presente trabajo determina las interacciones y la correlación entre las principales variables climáticas de importancia en agricultura.

II. DESARROLLO DE ANALISIS

Antecedentes

Ante los crecientes efectos del cambio climático sobre la agricultura y en general sobre la humanidad, se han desarrollado sistemas de monitoreo de las variables del clima con miras a cuantificar sus efectos, determinar su tasa de cambio y pronosticar su comportamiento futuro, lo cual implica múltiples retos que van desde la captura del

dato, especialmente se tiene en cuenta que en Colombia no se disponen de suficientes estaciones de monitoreo, almacenamiento en algún sistema de información y su posterior disposición para la comunidad de agricultores o académica para su valoración y uso oportuno, lo cual lamentablemente en el país no es frecuente. Sin embargo en los últimos años se vienen adelantando por parte de Universidades y entes gubernamentales trabajos de investigación tendientes a profundizar sobre el análisis de datos climáticos con fines de mejorar la capacidad de respuesta institucional y gremial así como aumentar la competitividad sectorial.

El cambio climático es uno de los principales determinantes de la variación en la productiva agrícola, este cambio se debe al incremento en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera producto de las actividades antrópicas, lo cual implica la imperiosa necesidad de fortalecer los procesos de mitigación y adaptación de la agricultura . Esto requerirá no sólo de cambios en el tipo y combinación o mezcla de cultivos que se producen, sino también un aumento en la inversión. Más allá de las posibilidades de adaptación, se espera que la agricultura sea el sector que sufra los mayores efectos económicos ante el cambio climático. De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), el sector rural se verá fuertemente afectado, entre otros motivos, debido a las caídas en el ingreso agrícola. Se espera que los impactos afecten de manera desproporcionada el bienestar de los pobres en zonas rurales haciendo más difícil el combate a la pobreza. Además, el cambio climático afectará la seguridad alimentaria al impactar la disponibilidad y acceso a alimentos, así como la estabilidad de las reservas de alimentos y la volatilidad de los precios. (F & D, 2016)

Análisis de datos

Para el proceso de análisis de Machine Learning se establecen las siguientes fases

Fase 1: Entender el Problema: Se obtiene una serie de datos a partir de estaciones climatológicas los cuales no ofrecen al agricultor o asesor técnico elementos que permita tomar decisiones para optimizar el proceso de producción agrícola.

Fase 2: Definir un Criterio de Evaluación: Como medida de error se tomó el MSE, MAE y R2

Fase 3: Evaluación de la solución actual: Se puede generar el análisis de datos a través de hojas de cálculo, pero presenta dificultades en el procesamiento por el volumen de información.

Fase 4: Preparar los datos: Para esta fase se establece inicialmente el diccionario de datos para el entendimiento de los mismos

Fecha: Corresponde a la fecha de la toma del dato

Temperature (*F): Contiene la temperatura del suelo en grados Celsius

Soil Moist-VWCs: Contiene la humedad del suelo en porcentaje

Leaf Wetness: Contiene la humedad de la hoja.

Solar Rad (wat/m2): Contiene la radiación solar (vatios / m2).

Temperature (*F)2: Contiene la temperatura

Solar Rad (wat/m2)3: Contiene la radiación solar (vatios / m2).

RH (%): Contiene la Humedad relativa en porcentaje.

Temperatura (*F)4: Contiene la temperatura.

Rainfall (In): Contiene la lluvia en milímetros.

Wind Dir (Deg): Contiene la dirección del viento en grados.

Wind Gust (mph): Contiene la ráfaga de viento km por hora.

Wind Speed (mph): Contiene la velocidad del viento en km por hora.

Dew Point (*F): Contiene el punto de roció.

Finca: Nombre de la finca a que corresponden los datos.

Luego se establecen las acciones como validación de datos incompletos, encontrando dos variables cuyos valores están en 0, por lo cual y de acuerdo a la consulta con el experto Agrónomo se toma la decisión de eliminarlas de la data. Fue necesario darles formato a los datos específicamente a la variable fecha. Se establece una variable dummies para el campo finca el cual es de tipo texto y se requiere que sea de tipo numérico para su análisis.

Fase 5: Construir el modelo: Se establecen inicialmente las correlaciones entre las diferentes variables para evaluar los niveles de dependencia, a partir de dicho análisis se observa que las variables con alta correlación corresponden a “velocidad_vi” y “rafaga_vi” con las cuales se implementa un modelo de regresión lineal para la predicción de nuevos datos

Fase 6: Análisis de Errores: Respecto a los errores encontrados se obtuvo un MSE:1.59 MAE: 0.77, R2: 0.76,

Para la transformación de los datos, así como para el entrenamiento de los modelos y la visualización de los resultados, se debían importar librerías que aportaran ayudas en los diferentes referentes que se hacen para el desarrollo.

Tabla 1. Datos de la segunda finca ingresados en el software Jupyter.

	Fecha	Temperature (°F)	Soil Moist- VWC (%VWC)	Leaf Wetness (LW)	Solar Rad (watt/m2)	Temperature (°F)2	Solar Rad (watt/m2)3	RH (%)	Temperature (°F)4	Rainfall (in)	Wind Dir (Deg)	Wind Gust (mph)	Wind Speed (mph)	Dew Point (°F)	finca
0	26/04/2018 5:30	64.2	43.5	0.8	0.0	NaN	NaN	100.0	50.2	0.0	32	2	0	50.2	juruvita
1	26/04/2018 6:00	64.2	43.5	0.9	2.0	NaN	NaN	100.0	50.2	0.0	155	4	1	50.2	juruvita
2	26/04/2018 6:30	64.2	43.3	0.9	24.0	NaN	NaN	100.0	50.2	0.0	340	5	1	50.2	juruvita
3	26/04/2018 7:00	64.2	43.3	0.7	63.0	NaN	NaN	100.0	50.5	0.0	340	2	1	50.5	juruvita
4	26/04/2018 7:30	64.2	43.3	0.7	102.0	NaN	NaN	100.0	50.5	0.0	334	4	0	50.5	juruvita

Es de suma importancia como se comportan los datos, de esta forma se utilizó la regresión lineal, pero para ello los datos se tenían que ver de forma numérica.

III. MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en dos fincas agrícolas del departamento de Boyacá ubicadas en la vereda Juruvita y Cormechoque del municipio de Siachoque Boyacá.



Figura 2. Ubicacion de lavereda Juruvita y Cormechoque.

Se analizaron datos climáticos del 2018, proporcionados por las estaciones climatológicas ubicadas en cada una de las fincas. Con estos registros se procedió a realizar un análisis de datos (Machine Learning) donde por medio el software de código abierto se identifican los patrones y se predicen los comportamientos que llevan a la toma de decisiones.

Por medio de la estadística y concierne al modelo estadístico se toman algunos modelos como lo son: Correlación y regresión lineal.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La correlación



Figura 3. Correlacion de variables.

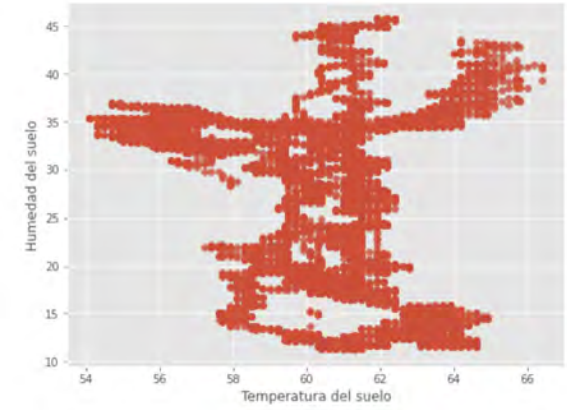


Figura 4. Vista de uno de las correlaciones en este caso las variable Humedad del suelo y la temperatura del suelo.

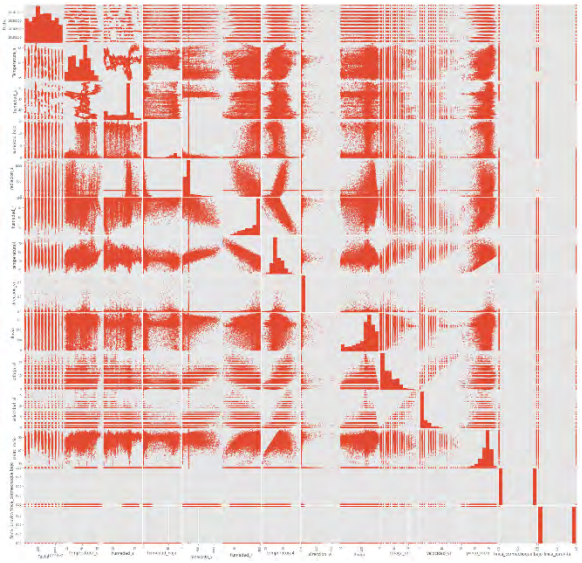


Figura 5. Grafica de todas las correlaciones.

Se reconoce que el nivel de correlación estadística dado entre la variable es muy bajo por tan razón se debe entrar a validar el impacto de otras variables de tipo biológico o de producción para la toma de decisiones efectiva.

Si bien los valores de los errores encontrado no son los más apropiados dado que solo se tiene una precisión del 76% en la predicción de valores, por o cual se sugiere implementar otro modelo de machine Learning para lograr un nivel de precisión más cercano a 1.

V. CONCLUSIONES

El estudio de las correlaciones entre las variables que se exponían, las cuales caracterizan un sector permite la elaboración de planes de seguimiento y monitoreo que son útiles en la toma de decisiones ante planes de desarrollo de esa misma zona determinada. A pesar de los pocos resultados obtenidos por la base meteorológica que nos da las variables climáticas, se ha logrado comprender de qué forma se están viendo los comportamientos climatológicos en las dos fincas situadas en la zona de Boyacá, municipio Siachoque, lo que nos logra dar más énfasis a las variables que son de mayor interés para una debida intervención.

Los datos y el análisis de ellos deben ser en cierta medida base para luego con posibles efectos se pueda lograr una implementación de sistemas que se puedan enfocar en el desarrollo sostenible.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento de los autores a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por su colaboración en nuestra integración, participación y apoyo en el proceso.

REFERENCES

F, L., & D, H. (2016). Cambio climatico y agricultura:una revision de la literatura con enfasis en America Latina. El trimestre economico. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2016000400459

Fonseca, J.A., Páez, E.M. y Corredor, E.S. (2018). Metodologías para la estimación de sostenibilidad agropecuaria. Sello Editorial UNAD. ISBN: 978-958-651-650-1. Fonseca, J.A., Páez, E.M. y Corredor, E.S. (2018). Metodologías para la estimación de sostenibilidad agropecuaria. Sello Editorial UNAD. ISBN: 978-958-651-650-1.

Fonseca, J.A. y Cleves, J.A., (2015). Agroecología y cambio climático: Dos retos urgentes para la humanidad. En M.I. Cabrera. (Eds). Ciudadanía ambiental crisis de la agricultura convencional y desafíos para una agroecología orientada hacia el desarrollo rural. (pp 69 – 82). Bogotá. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. ISBN: 978-958-651-581-8

Pita, Y.X., Botía, B.Y. y Fonseca, J.A., (2018). Caracterización y Tipificación de los Atributos Ecosistémicos de la Agricultura Familiar Campesina en la Microcuenca del Rio Cormechoque (Boyacá). Revista de Investigación agraria y ambiental, 9(2), 49 -62

Control de toma de medicamentos en tiempo real mediante el uso de un dispositivo electrónico para pacientes con hipertensión arterial HTA

Harold Emilio Cabrera Meza
James Hernán Betancourth Romo
Ingeniería de Sistemas
Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
harold.cabrera@unad.edu.co
james.betancourt@unad.edu.co

Jhon Alexander Rosero Lasso
Ingeniera de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNAD, Colombia
Jhonalex_rl@hotmail.com

Resumen - Todos los tratamientos para estabilizar la presión arterial tienen como objetivo disminuir la morbimortalidad cardiovascular, lo cual se logra mediante la normalización de la presión arterial PA y el control de otros factores de riesgo cardiovasculares. La normalización de la PA se obtiene, en algunos casos, con modificaciones en el estilo de vida, mientras que en otros es necesario incluir medicamentos para el control de la PA. Los pacientes con hipertensión suelen olvidarse a menudo de tomar los medicamentos prescritas para su tratamiento. Por lo anterior realizar un seguimiento al paciente en tiempo real es esencial, para determinar, si el paciente realiza la toma de medicamentos prescritos para el tratamiento de la hipertensión arterial - HTA, en el presente artículo se describe de manera resumida el diseño de un dispositivo electrónico que permite la monitorización en tiempo real de los pacientes con HTA.

Palabras clave—presión arterial, hipertensión arterial, tratamiento, pastillero, fármacos, IoT.

I. METODOLOGÍA DE DISEÑO

Para el desarrollo del proyecto se aplicará la metodología de desarrollo AGILE (SCRUM) porque es flexible y ajustable a los cambios que se presentan a lo largo del proyecto, La metodología permite dividir el proyecto en fases (sprints) que se van desarrollando de manera incremental de acuerdo a los productos en cada fase, de forma general para el proyecto se aplican las siguientes fases:

Fase análisis: se analiza los diferentes tipos de tratamientos farmacológicos prescritos a los pacientes con HTA, de lo cual se determinan las características de los tratamientos como: horarios de toma, tipo y cantidad de medicamentos en un tratamiento.

Fase de desarrollo: se dan las pautas de diseño del pastillero electrónico de acuerdo a las variables obtenidas en la fase de análisis relacionadas al tratamiento farmacológico de los pacientes con HTA, que permiten determinar las características ergonómicas y funcionales del pastillero.

Fase de pruebas: se revisa que se hayan completado las tareas y objetivos definidos en la fase de desarrollo que muestren el pastillero completo con todas las funcionalidades determinadas para su funcionamiento.

El proyecto está en fase de desarrollo por lo cual, en el presente artículo, de describen los criterios más relevantes del diseño del pastillero electrónico.

II. CARACTERIZACIÓN DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL.

En el estudio realizado por [1] se manifiesta la necesidad de reconocer el tipo de hipertensión arterial dadas las diferentes situaciones de los pacientes, del estudio en el diagrama 1 se proponen las siguientes etapas que corresponden al análisis temprano de la

enfermedad y la progresión de la misma. El beneficio del tratamiento farmacológico de la HTA es la reducción de la morbimortalidad cardiovascular la cual se traduce en mantener mediante al tratamiento la presión arterial en niveles controlables, según [2] Se recomienda iniciar tratamiento farmacológico en las siguientes situaciones:

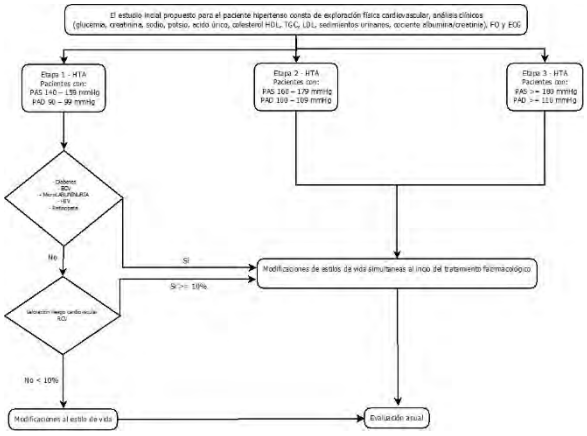


Diagrama 1. Etapas HTA – fuente: http:/www.osakidetza.eus

• Pacientes en etapa 2 y 3
• Ancianos >80 años sin fragilidad (cifras >160/90 mmHg)
• Pacientes en etapa 1:
– Con riesgo coronario (tablas REGICOR) ≥10%
– Diabéticos, enfermedad cardiovascular
– Lesión en órganos diana (microalbuminuria, retinopatía grado III/IV, HVI)

En general, las cifras objetivo son presión arterial sistólica - PAS <140 y presión arterial diaatólica PAD <90 mmHg. En el paciente anciano (>80 años) no frágil se sugieren cifras de PAS <150 y PAD <90 mmHg. Para [2] el primer paso del tratamiento de la hipertensión arterial es establecer metas de presión arterial e iniciar medicamentos antihipertensivos en relación con la edad y existencia de enfermedades concomitantes, como diabetes e insuficiencia renal crónica:

- Meta de presión arterial en pacientes sin diabetes o insuficiencia renal crónica con: edad ≥ 60 años: <150/90 mmHg:
- Meta de presión arterial en pacientes sin diabetes o insuficiencia renal crónica con edad <60 años: <140/90 mmHg.
- Meta de presión arterial en pacientes con diabetes o insuficiencia renal crónica: <140/90 mmHg.

III. TRATAMIENTO DE LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL ALTA HTA.

Para [1] la hipertensión arterial es un síndrome que se distingue por el aumento crónico y sostenido de la presión arterial. La hipertensión arterial es una enfermedad crónica que aumenta la presión con la que el corazón bombea la sangre hacia las arterias las cuales envían la sangre a todo el cuerpo. La presión sanguínea se mide en 2 etapas la primera en el momento cuando el corazón se contrae, llamado movimiento sistólico PAS y la segunda cuando el corazón se relaja, llamado movimiento diastólico PAD. La presión sistólica se mide cuando los ventrículos del corazón se contraen. La presión diastólica se mide cuando los ventrículos del corazón se relajan. Los parámetros de medición indican que la presión sistólica de 120 milímetros de mercurio está en el rango de presión normales y para la diastólica de 80 mmHg es normal. La medida de la presión arterial en condiciones normales se expresaría como 120/80 mmHg. Como referencia general [3] considera que la presión arterial sistólica mayor a 140 mmHg y la presión arterial diastólica mayor a 90 mmHg o ambas, es considerada presión arterial alta.

La meta principal del tratamiento de la hipertensión arterial es eliminar la morbilidad y mortalidad atribuibles a esta enfermedad. El tratamiento incluye las modificaciones en el estilo de vida, como son: restricción de sodio en la dieta (5-6 gr sal por día), control del peso, realizar ejercicio aeróbico, moderación de la ingestión etílica y la incorporación de dietas apropiadas contra este padecimiento. [4]. De acuerdo a los parámetros establecidos anteriormente se estima que el tratamiento farmacológico para los pacientes con hipertensión arterial alta HTA depende también del tipo de comorbilidad que tenga el paciente, se observa que los pacientes hipertensos requieren algunas veces de uno o más fármacos para controlar adecuadamente su presión arterial PA. De acuerdo a [2]. existen casos específicos para el tratamiento farmacológico de la HTA, de acuerdo, al análisis temprano de la enfermedad.

IV. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO PARA HTA.

Como lo expresa [5], el tratamiento farmacológico permite la reducción de presión arterial PA mediante el uso de medicamentos lo cual permite la disminución de la morbimortalidad cardiovascular. Kaplan [6] menciona que la reducción de la PA mediante el tratamiento farmacológico ha mostrado que también es

útil en la prevención de la insuficiencia cardíaca, evitando la progresión de la hipertensión arterial HA a formas más severas.

Como se manifiesta en el JNC-VII [7] el tratamiento farmacológico está indicado en todos los hipertensos que luego de haber realizado modificaciones a su estilo de vida no lograron la reducción de los niveles de PA. En la Guía NICE [8] se recomienda el tratamiento farmacológico para:

- Pacientes con 160/100 mm Hg o más
- Pacientes con riesgo cardiovascular aumentado (riesgo de enfermedad CV a 10 años de 20 % o mayor, o enfermedad CV o daño en órgano diana) con presiones mayores de 140/90 mm Hg

Las indicaciones iniciales para iniciar el tratamiento farmacológico se mencionan a continuación:

1. Debe ser individualizado y por vía oral
2. Exento de efectos indeseables, de bajo costo.
3. Debe controlar la PA durante el reposo y la actividad, mejorando o no empeorando la calidad de vida del paciente.
4. Debe prevenir las lesiones en órganos diana y revertirlas.

Los indicadores que manifiesten incumplimiento del tratamiento son:

1. Inasistencia reiterada en las citas médicas de control y no recordar los medicamentos ni la dosis indicada.
2. No llevar control del tipo de medicamentos formulado a la consulta.
3. Discordancia entre los medicamentos formulados y las dosis prescriptas

V. ADHERENCIA AL TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO

La Organización Mundial de la Salud OMS, dentro de su terminología a definido la adherencia al tratamiento farmacológico como al cumplimiento del mismo, es decir, tomar la medicación de acuerdo con la dosificación y el programa prescrito por el profesional sanitario. La Organización Mundial de la Salud, establece que los porcentajes de falta de adherencia de cualquier tratamiento farmacológico varían entre 15% y 93%, con un porcentaje promedio calculado en 50%. En Latinoamérica, la OMS muestra que la adherencia al tratamiento farmacológico en paciente con hipertensión arterial oscila entre 37 y 52%. [9][10].

Con las anteriores estadísticas se establece que el riesgo de que los pacientes con HTA abandonen el tratamiento farmacológico es del 50%, por lo tanto, las consecuencias de no seguir un régimen se pueden resumir en un empeoramiento de la calidad de vida del paciente y desde un punto de vista médico puede suceder que los tratamientos lleguen a ser ineficaces por la aparición de enfermedades colaterales y favorecer una mayor agresividad de HTA. [9]. Para Meichenbaum (18), ese 50% de pacientes que no siguen el tratamiento farmacológico se encasillan en cuatro variables las cuales poseen sus propios factores relacionados con la adherencia al tratamiento, las siguientes son las variables definidas por [10]:

- Variables del paciente
- Variables de la enfermedad
- Variables del tratamiento.
- Variables de la relación paciente-medico-acudiente

Para [11] de las variables antes descritas se concluye que existen dos estrategias adecuadas que involucran una parte de cada una de ellas y que permiten una mejor adherencia al tratamiento, las estrategias consisten en dar al paciente una educación apropiada respecto al tratamiento que va a iniciar y la segunda modificar su conducta mediante el establecimiento de metas, feedback correctivos, fortalecer los compromisos con el tratamiento y realizar reforzamiento sobre el tratamiento demostrando esta última estrategia ser la más exitosa, que incluye algún aspecto de las variables definidas por [10]. A su vez [11] manifiestan que el objetivo de un programa de entrenamiento en adhesión es promover en el paciente su autocontrol y el mantenimiento a largo plazo del tratamiento farmacológico sin necesidad de supervisión por parte del profesional de la salud. Para [12] la clave en la adherencia al tratamiento es la vinculación activa de la familia en el proceso de asimilación de los cambios de estilo de vida y el seguimiento adecuado del tratamiento farmacológico, siendo lo más importante que el paciente se mantenga persistente en dicho tratamiento.

VI. CRITERIOS DE DISEÑO DEL PASTILLERO ELECTRÓNICO

En consonancia con los aspectos tratados anteriormente se evidencia que el paciente con HTA debe consumir hasta 3 medicamentos combinados de manera diaria para el control de la PA, el proyecto actual desarrolla un asistente electrónico (pastillero)

que permita al paciente recodar el horario de toma de los medicamentos prescritos por el profesional de la salud, además, proporcionar a los cuidadores y personal médico el control del paciente con HTA.

Características Generales Del Pastillero Electrónico

El pastillero electrónico se diseña para los pacientes con HTA, el dispositivo dispone de un sistema que permite realizar varias funciones de control de toma del medicamento prescrito por el profesional de la salud, las características tenidas en cuenta para el diseño del pastillero son las siguientes:

Características ergonómicas del pastillero

La Ergonomía desde el punto de vista sistémico como lo manifiesta [13] está conformado por 3 en principios básicos: el hombre o ser humano, el ambiente o entorno, relacionado a su vez con el ambiente construido y el objeto o máquina de trabajo. Los principios mencionados se relacionan con los niveles de productividad, satisfacción e incidencia de riesgos. Para [13] el sistema ergonómico debe mirarse en primer lugar en forma global los elementos que los constituyen, analizando las interacciones que se dan entre el ser humano, el espacio físico y el objeto o máquina. Los diversos aspectos ergonómicos tenidos en cuenta para el pastillero se consideraron los siguientes:

- Fácil manipulación del pastillero
- Fácil personalización funciones del pastillero
- Fácil reconocimiento de errores
- Fácil obtención de las pastillas en cada toma
- Fácil visualización y tonos de alertas

Características funcionales del pastillero

Las funcionalidades del dispositivo electrónico se ajustan de acuerdo al tratamiento farmacológico del paciente con HTA, el dispositivo permite programar los horarios de toma de los medicamentos prescritos, monitorizar la toma, notificaciones del dispensador para recordar la toma de medicamentos o el olvido de no hacerlo, mediante alarmas sonoras y luminosas. El dispositivo dispone de un sistema que permite realizar varias funciones de control de toma del medicamento prescrito por el profesional de la salud, las variables que intervienen en el funcionamiento del pastillero son las siguientes:

Variables de seguimiento

- Cantidad de tomas: Referente a la periodicidad de la ingesta de medicamentos.
- Número de pastillas por toma: establecida por el profesional de la salud para cada paciente.
- Tipo de fármaco: el cual puede ser tipo pastilla comprimida.
- Perfil de los usuarios:
- Tiempo de recarga: el tiempo entre recargas de píldoras puede variar en cada caso y en función del uso.

Variables de construcción

- Botones
- Pantalla y dimensiones
- Medida de las pastillas: dimensiones en función de la dosis o el tipo de pastilla.
- Peso del producto: materiales más adecuados que proporcionen ligereza y que faciliten el transporte. El peso, un vez lleno el dispositivo, también puede variar en función de los medicamentos introducidos.¬
- Volumen: Siguiendo los criterios anteriores, si se necesita transportar el dispositivo interesa que el volumen sea pequeño, manejable y cómodo para el usuario.

De acuerdo a las características y funcionalidades descritas anteriormente se desea que el paciente manipule de manera cómoda el pastillero y acceda de manera fácil a las pastillas prescritas en su tratamiento para HTA, el propósito de pastillero es proporcionar diferentes alertas que indiquen el momento de la toma de las pastillas, además, presentar las pastillas ordenadas en diferentes casillas para acostumbrar al paciente a tomar la medicación en los horarios preestablecidos para cada medicamento formulado. En la figura 1 se observa en conjunto el pastillero a diseñar, para que el dispositivo tenga las funcionalidades descritas. Los componentes electrónicos, mecánicos y sensores de fabricación general se mencionan a continuación:

- Tarjeta SP232: realiza las conexiones wifi/bluetooth con ahorro de energía, con lo cual se podría expandir el pastillero.
- LED RGB para notificación de toma de pastillas: este led indica cuando el paciente con HTA debe tomar la pastilla respectiva para su tratamiento.
- Buzzer emisor de sonido para notificación de toma de pastillas: este componente emitirá un sonido para alertar al paciente cuando debe tomar la medicación.
- Compuerta accionable de confirmación de toma de medicación: el pastillero tiene un elemento

electrónico accionable (botón) que permite monitorizar si el paciente a retirado del pastillero de la medicación prescrita.

- Batería recargable para alimentar los componentes electrónicos: para energizar el pastillero, las cuales son recargables mediante un puerto USB que proporcionan corriente de entrada al pastillero.

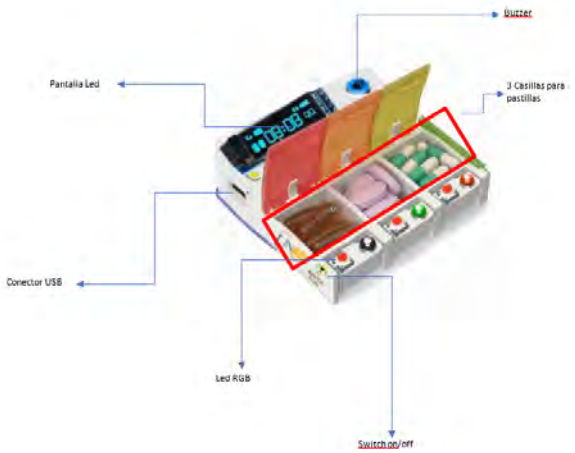


Figura 1. Prototipo pastillero. Elaboración propia

VII. SISTEMA WEB DE SEGUIMIENTO

La monitorización del paciente con HTA se realizará en tiempo real mediante el seguimiento a la manipulación del pastillero por parte del paciente que se constituyen en acciones como: el manejo de las compuertas donde están las pastillas en el dispositivo, las alertas generadas por el pastillero en los casos de olvido, recuerdo e inactividad en la toma del medicamento, recarga de medicamentos entre otras aletas. El pastillero enviará de manera síncrona todos los comportamientos mencionados anteriormente al sistema web de seguimiento, lo cual permitirá constituir un banco de datos valioso para conocer el comportamiento de los pacientes en cuanto a la regularidad de toma de medicamentos y medir así la adherencia al tratamiento prescrito.

El sistema web de seguimiento a pacientes con HTA permite capturar, almacenar, actualizar, manejar, analizar y desplegar información como se observa en la figura 2. El sistema web centralizará la información que fluye desde el dispositivo conectado a Internet, a la base de datos del sistema de seguimiento con la cual se generarán diferentes procesos como son: la actualización del estado de medicamentos tomados, olvidados o pendientes por tomar, también la generación de alertas las cuales se emiten según el estado del pastillero a los diferentes dispositivos de comunicación conectados al sistema central. Entre los dispositivos comunes para lograr la conexión al sistema de monitoreo se encuentran los teléfonos inteligentes, tablets o computadores los cuales deben estar directamente conectados a internet y sincronizados al sistema web central de seguimiento.

.

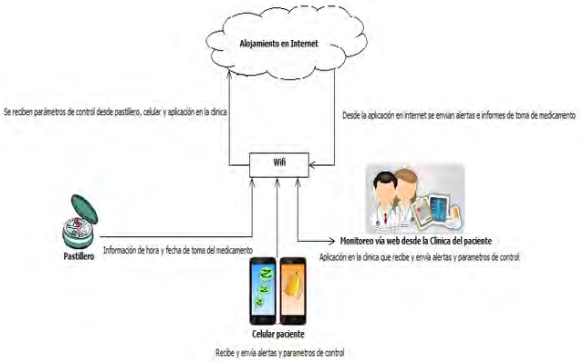


Figura 2. Modelo interacción pastillero, elaboración propia

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pacientes con hipertensión arterial alta HTA, de acuerdo a la investigación realizada, presentan un tratamiento homogéneo que incluye la ingesta de varios fármacos por día en diferentes horas, esto permitió determinar que un paciente con HTA toma hasta 3 tipos medicamentos en diferentes horarios, lo anterior permitió definir las características físicas del pastillero como tamaño, forma, componentes electrónicos y funcionalidades del pastillero. El dispositivo electrónico será impreso en 3D y contará con tres compartimentos de acuerdo al tipo de tratamiento farmacológico donde se alojarán las pastillas, un buzzer que indicará mediante señales sonoras las alertas correspondiente, una pantalla led que muestra los respectivos avisos de configuración, estado, batería, fecha, hora del pastillero y los avisos relacionados a la monitorización de la toma de los fármacos por parte el paciente con HTA, un conector USB para opciones de configuración y carga de la batería del dispositivo, led RGB para cada casillero que indican el estado de cada receptáculo y un botón de encendido y apagado. La representación del modelo del pastillero se mira en la figura 1.

IX. CONCLUSIONES

Para el diseño de un dispositivo electrónico IoT como el pastillero es importante la identificación de los aspectos ergonómicos como el tamaño, portabilidad, seguridad de transporte, facilidad de uso, entre otros,

esto permite organizar de manera adecuada los diferentes componentes electrónicos que lo integran dando al dispositivo características de manejo adecuadas. Para el pastillero la ergonomía se traslada a aspectos fundamentales como: la fácil manipulación del pastillero, personalización de las funciones del pastillero para configurar las prescripciones médicas, fácil obtención de las pastillas en cada toma, visualización y tonos de alertas que adviertan la toma o no de los medicamentos.

El diseño de un sistema web de seguimiento, permite la administración de la información personalizada del tratamiento farmacológico de los pacientes con HTA, con esta información se provee al pastillero de los datos sobre el tipo de tratamiento y horarios de toma de medicamentos; el dispositivo aporta al sitio web de seguimiento información sobre la toma de medicamentos en tiempo real para monitorizar si el paciente sigue de manera adecuada su tratamiento farmacológico.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento de los autores a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por el apoyo al proyecto originado por el semillero de investigación SeInTec Tesla perteneciente al grupo de investigación DAVINCI.

REFERENCIAS

[1] Linda J. Vorvick, MD (2019). Presión arterial,
[2] Wright JM, Musini VM. (2009). First-line drugs for hypertension. Cochrane Database Syst
[3] Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R. Agespecific (2002) relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies.
[4] Raúl F.Echeverría, Dra. Beatriz Riondet (2018) Tratamiento de la hipertension arterial
[5] Kaplan NM.(2006) Treatment of hypertension. Remaining issues after the Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial.
[6] Aram V. Chobanian, George L. Bakris&&otros, (2018). Prevención, Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial. Séptimo Informe del Comité Nacional Conjunto de los Estados Unidos de América.
[7] National Institute for Health and Clinical Excellence. (2006). NICE Clinical Guideline 34.
[8] Ingaramo RA. (2005). Vita N, Bendersky M, et al. Estudio nacional sobre adherencia al tratamiento. Rev Fed Argentina Cardiol.
[9] Quintana SC, Fernández-Britto JE.(2009). Adherencia terapéutica farmacológica anti-hipertensiva en adultos de atención primaria y factores relacionados con su incumplimiento. Rev Cubana Invest Biomed.
[10] Meichenbaum, D. & Turk, D. C. (1991). Cómo facilitar el seguimiento de los tratamientos terapéuticos. Madrid:Desclée de Brouwer.
[11] Roh, Y, S. (2005). Modelización de la adherencia a las pautas terapéuticas en pacientes con hipertensión. The Journal of Nurses Academic Society.
[12] Cruz A, Garnica A (2001). Principios de la ergonomía. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Propuesta de un sistema IoT para monitoreo y control en agricultura inteligente.

Omar Trejo
Olmes Zea
Ingeniería de telecomunicaciones
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
omar.trejo@unad.edu.co
oazeas@unadvirtual.edu.co

Mario Ramos
Cristhian Ortiz
Ingeniería de telecomunicaciones
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
mario.ramos@unad.edu.co
cortizhe@unadvirtual.edu.co

Resumen - Las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial, como IoT (Internet of Things) y Machine Learning, mejoran la optimización de procesos en diferentes áreas. Actualmente, un campo importante de aplicación es la agricultura, donde se pueden diseñar soluciones que integran tecnologías emergentes para optimizar la producción agrícola sustentable. Estas soluciones se caracterizan por involucrar sistemas de monitoreo y recolección de datos de bajo costo y fáciles de implementar para diversos escenarios agrícolas, entre las tecnologías se encuentran las redes de sensores inalámbricos (WSN) [1]. En este trabajo se presenta una revisión tecnológica y conceptual para generar una propuesta que permita el desarrollo de la solución IoT en el monitoreo de variables de cultivos agrícolas (ej., Temperatura, humedad, pH del suelo, etc.), mediante la recolección de datos a través de una red de sensores conectados a una red LoraWAN [2], y la aplicación de algoritmos de regresión [3]. Además, se incluye en el modelo un sistema de posicionamiento geográfico como complemento, a través de los atributos de posición de los cultivos, con lo cual se pueden planificar estrategias para la comercialización de productos agrícolas.

Palabras clave— *Agricultura de precisión, Aprendizaje automático, Internet de las cosas (IoT).*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se mencionan las tecnologías más utilizadas en la actualidad para IoT, sobre todo en escenarios de agricultura de precisión:

A. Redes de Sensores Inalámbricos (WSN, Wireless Sensor Networks).

Son redes compuestas por microsensores, procesadores y transmisores de radio integrados, distribuidos en una región o zona a monitorizar, los cuales deben estar interconectados para realizar procesos tales como: recolectar, procesar y transmitir datos de variables físicas (i.e., temperatura) dentro de un área de cobertura por medio del monitoreo y control de sus parámetros asociados [7].

B. Ultra Banda Ancha (UWB, Ultra WideBand).

La Comisión Federal de Comunicaciones FCC define a UWB como cualquier señal que ocupa más de 500 MHz de ancho de banda en la banda de 3,1 a 10,6 GHz. Este tipo de comunicación es, por tanto, la mayor asignación de espectro para uso sin licencia que se ha permitido por parte de la FCC. En este tipo de tecnología su frecuencia de funcionamiento es relativamente baja [8]. Una señal UWB está diseñada para ocupar bandas de frecuencia asignadas a otros servicios sin causar interferencias. Esto se debe a que las comunicaciones UWB transmiten a una potencia muy baja sobre un ancho de banda muy grande, lo cual provoca una densidad espectral de potencia de pocos mW/Mhz. Estos niveles de señal podrían

tomarse como niveles de ruido aceptables en receptores de otros sistemas [9].

C. LoRaWAN.

Es una tecnología que hace uso de la modulación LoRA y que fue desarrollada para superar los desafíos de las aplicaciones de IoT. Se compone principalmente en gateways y nodos, y se centra en tecnología de redes de bajo consumo (LPWAN), sobre una topología de estrella, cuyos nodos están conformados por sensores que ofrecen el mayor ahorro de energía, ya que solo entran en modo escucha al entregar un dato correcto a la pasarela de comunicaciones o Gateway, permitiendo usar baterías que superan el año de duración [10].

D. Aprendizaje Automático (ML, Machine Learning)

Es el campo de estudio que permite a las máquinas la habilidad de aprender a tomar decisiones a partir de las experiencias adquiridas, sin que se involucren tareas humanas. Por tanto, es un área de estudio clave en la automatización. Existen diversas técnicas y algoritmos que hacen posible generar modelos de predicción sobre un conjunto de datos, el cual es el suministro clave para generar experiencias en el modelo [36]. Por lo anterior este tipo de técnicas ofrecen oportunidades diversas para el área de agricultura de precisión.

A continuación, se describen algunas técnicas de aprendizaje automático existentes:

1. *Aprendizaje Supervisado*

En este tipo de aprendizaje los algoritmos reciben un conjunto de datos de entrada y salida etiquetados, con lo cual se puede generar un modelo o una función a partir de la relación entrada salida, lo que permite a través de un histórico de datos alimentar al modelo y entrenar al algoritmo para que pueda mejorar sus predicciones [3]. En el caso del problema a abordad, este tipo de aprendizaje es el adecuado, debido a que para lograr determinar los atributos adecuados para un determinado cultivo se requiere de un conjunto de datos histórico.

Algunas de las técnicas de aprendizaje supervisado son:

2. *Regresión lineal.*

En términos simples, en [7] se define la regresión lineal como un modelo matemático que expresa las relaciones entre una variable dependiente y una o muchas variables independientes, usando una línea recta (línea de regresión), la ecuación general se puede escribir como:

$$y = ax + b \qquad (1)$$

Donde a representa la ordenada, porque su valor es el punto en el cual la línea de regresión cruza el eje vertical. La b representa la pendiente de la recta.

En el área de la agricultura, a través de esta técnica es posible elaborar un modelo o función (normalmente una recta), a partir de un conjunto: A $(x, y) \in R^{(n+1)}$, cuyos elementos serían los atributos del terreno del cultivo a utilizar, el modelo asume una relación lineal entre las variables x, y, y se ajusta en línea recta a los puntos de datos (Fig.2) Esta relación se expresa mediante una función de hipótesis para poder predecir un conjunto de salidas, tal como se muestra en la ecuación 3.3 [8].

$$y = \beta_o + \sum \beta_i X_i + \in_i \qquad (2)$$

Donde X_i son las variables independientes o predictoras, β_o es el intercepto de y, βi representa los coeficientes de regresión para las respectivas variables independientes y $\in$ las estimaciones de error.

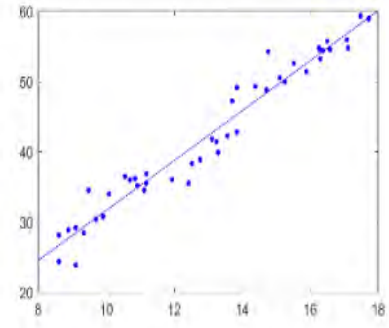


Figura 1. Regresión simple con una variable o parámetro [8]

3. Redes Neuronales (NNs, Neural Networks).

El concepto de Redes Neuronales (NN), surgió como un intento de simular en las computadoras el mismo comportamiento visto en el cerebro humano [9]. El cerebro humano es capaz de realizar cálculos altamente complejos, no lineales y paralelos todo el tiempo. Sin embargo, dividiendo estas funciones en componentes muy básicos, conocidos como neuronas, y dándoles a estas neuronas la misma función de cálculo, un algoritmo simple puede convertirse en una herramienta de cómputo robusta.

Máquinas de soporte vectorial (SVM, Support Vector Machine).

La técnica SVM usa un subconjunto de datos de entrenamiento llamado vectores de soporte, para esto se aplica un mapeo que puede ser lineal o no lineal (tipo polinomial o Gaussiano), cuyo objetivo es maximizar la distancia entre diferentes clases, es decir se comporta como un clasificador, los vectores de soporte

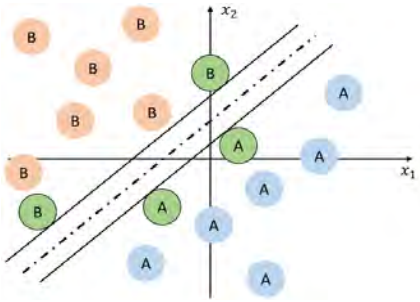


Figura 2. Ejemplo de hiperplano lineal óptimo de SVM [10].

son las muestras más cercanas a la zona de decisión, en el caso de la figura 3.4 son los círculos verdes que son los puntos más difíciles de clasificar y la región sombreada denota el límite de decisión óptimo obtenido [10].

E. Metodología y propuesta conceptual para una solución IoT en agricultura inteligente

Teniendo en cuenta el papel protagónico de las tecnologías emergentes en el proceso histórico de la humanidad, siendo un elemento transversal en el desarrollo de los diferentes sectores, es importante desde la perspectiva de Colombia plantear: ¿Cómo las tecnologías emergentes de la revolución 4?0 mejoran la eficiencia de producción en el sector agrícola, permitiendo articular el sector productivo y la comercialización de manera eficiente?

En el presente trabajo se aborda una metodología general basada en [4], la cual incluye cinco fases fundamentales presentadas en la figura 1.

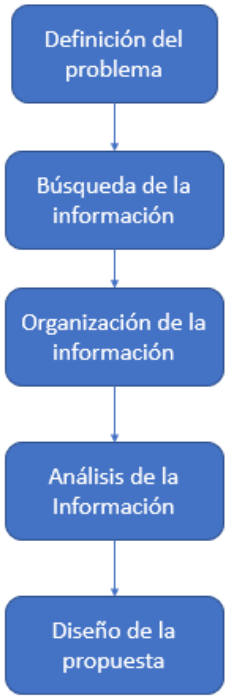


Figura 3. Metodología del trabajo

En primera instancia, se define el problema, en este caso en el marco de la necesidad de adopción de tecnologías de la industria 4.0 para optimizar y mejorar los procesos productivos en el sector agrícola. En este sentido define el alcance del trabajo, con un enfoque a la necesidad de país y cómo explotar las potencialidades del campo colombiano.

En la actualidad, este sector agrícola debería adaptarse al proceso de transición de la Cuarta Revolución Industrial. Esta nueva revolución industrial conlleva un desafío importante en apropiación y utilización de tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia del sector productivo, y así responder a situaciones de emergencia (ej. pandemia de COVID-19).

Por otra parte, debido a las restricciones que se han impuesto a nivel mundial por parte de los entes gubernamentales, se ha evidenciado que el

sector agrícola es uno de los de mayor relevancia ante una situación de crisis como la que se vive actualmente, siendo el punto de partida de la producción de alimentos y por ende con cierta prioridad para el abastecimiento.

La economía se ha visto seriamente afectada En Colombia, de acuerdo con informe del DANE, se informó que el crecimiento del PIB en el primer trimestre de 2020 1.1%, sectores como la construcción, explotación de minas y canteras, y las actividades artísticas y de entretenimiento explican, en su conjunto, una caída de -0,9%. En contraste, el sector de agricultura, ganadería y pesca, fue el que más creció con una variación anual de 6,8% [5] lo que le permitió sumar al crecimiento del primer trimestre del PIB es sector agropecuario ha impulsado la economía del país en el año 2020, entre los principales subsectores sub sectores de mayor crecimiento fueron: cultivos agrícolas, ganadería, silvicultura y extracción de madera, así como pesca y acuicultura.

Si bien es cierto la agricultura ha sido un gran soporte para la economía del país y ha sido un pilar importante en esta época de pandemia, pero también es cierto que no se le ha sacado el provecho necesario, es por esto que como se menciona en [6], expertos coinciden en que es urgente tomar medidas para rentabilizar la agroindustria colombiana y hablan sobre la baja competitividad del campo. El director de Finagro, Darío Estrada menciona en el año 2019 “estoy convencido que tienen un potencial inmenso. Es mucho lo que el uso de las nuevas tecnologías puede aportar a mejorar la información y a reducir los costos de producción de los agricultores de nuestro país”.

Por lo anterior, es importante plantearse ¿Cómo las tecnologías emergentes de la revolución 4?0 mejoran la eficiencia de producción en el sector agrícola colombiano y contribuyen a mitigar los efectos adversos en situaciones crisis como la pandemia que atraviesa el mundo en la actualidad?

A partir de la definición del problema, se realiza una búsqueda de información relacionada con la situación actual en avances referentes a la apropiación tecnológica en el campo de la agricultura y con ello la implementación de soluciones IoT para dar respuesta a los desafíos de eficiencia y productividad. Dicha información se organiza en ámbito nacional e internacional, por fechas de publicación y por temáticas, principalmente desde la clasificación a partir de las tecnologías utilizadas en los diferentes tipos de soluciones.

La siguiente fase consiste en el análisis de las diferentes alternativas de para el desarrollo de soluciones y cada una de ellas es evaluada a partir de la pertinencia y resultados obtenidos a partir de la utilización de tecnologías, dicha evaluación se realiza en cuanto a cuatro criterios principalmente: costos, impacto, tecnologías más empleadas y escalabilidad de las mismas. En este proceso se identifican las soluciones más comunes y de mayor relevancia para el sector agrícola.

Con lo anterior se plantea una propuesta acorde a la situación actual del país, donde se seleccionan tecnologías y herramientas y se presenta la arquitectura de funcionamiento para afrontar temas de recopilación de datos, transmisión de información, almacenamiento y procesamiento para el análisis predictivo. Es importante aclarar que en la definición de la propuesta se incluyen metodologías específicas, como es el caso de la metodología sugerida para la aplicación de herramientas como Aprendizaje Automático.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Partiendo de una identificación de variables físicas para un escenario a monitorear, además de las variables comunes como temperatura, humedad y pH del suelo, la fijación de nitrógeno es una variable vital para el buen desarrollo de los cultivos, proceso que regularmente ha sido realizado con la ayuda de fertilizantes, que al ser usados de forma masiva terminan aportando a la degradación de los suelos, el medio ambiente y los seres vivos en general. Por tal motivo la recolección de datos relacionados con esta variable y la aplicación de conceptos como el de bioagricultura permite procesos sostenibles y aporta a la optimización de los cultivos [5].

Las soluciones IoT representan una parte del monitoreo y control de cultivos. Estos sistemas de recolección de datos deben combinarse con herramientas tecnológicas propias del área de agricultura. En este sentido para aportar a la sostenibilidad de los escenarios agrícolas, los procesos de biocultivos brindan muchas posibilidades, y que ahora al combinarse con las capacidades de monitoreo y recolección de datos en tiempo real y a gran escala, hacen posible obtener información confiable para analizar las variables físicas adecuadas para la toma de decisiones en la optimización de los cultivos.

Otras variables de relevancia son los niveles de amoniaco y fósforo en el suelo del cultivo, las cuales influyen en la fijación de nitrógeno, protagonizado por la simbiosis entre hongos, bacteria y planta, proceso en el cual se libera amoniaco. Así mismo, el fósforo es el elemento que facilita la interacción necesaria entre la planta y las bacterias, su baja disponibilidad afecta significativamente el desarrollo del cultivo [5]. El anterior escenario también es un campo de aplicación de IoT, ya que existen sensores relacionados con gases como el amoniaco.

Una vez se identifique el escenario y se identifiquen las variables a monitorear, se puede diseñar el sistema IoT para monitoreo en cultivos agrícolas, dicho sistema está compuesto por sensores ubicados en terreno que miden variables físicas, Estos conforman los nodos recolectores de datos. Los Gateway o concentradores que hacen de puente transparente entre los nodos y los servidores de red. La información es recolectada y procesada por los servidores de red a través de una conexión TCP/IP inalámbrica o cableada, permitiendo también la gestión y configuración de la red de sensores. Los datos son procesados y analizados en un servidor de aplicaciones donde se toman decisiones y las acciones a seguir. El análisis de datos con carácter predictivo se desarrolla en este segmento.

Entre las propuestas de solución para la transmisión de datos, se puede elegir una red LoraWan (una de las tecnologías LPWAN) que, por sus características, tales como, tecnología libre, bajo costo, amplia cobertura, escalabilidad y bajo consumo energético, facilita el uso en entornos rurales de distintas escalas [7]. Además, es un elemento de comunicación adecuado para realizar el proceso de envío de datos recolectados por una red de sensores IoT. Posteriormente para el análisis predictivo de los datos se pueden aplicar técnicas de aprendizaje automático, a partir del análisis de características relacionadas con las necesidades de la planta y del suelo, como son los niveles de humedad, temperatura, fósforo y amoníaco.

A. Módulo IoT (Abarcar la recopilación y transmisión de datos y servicio Cloud)

La etapa de recopilación de los datos se compone de: Los sensores encargados de recopilar las variables físicas y/o características fisicoquímicas del suelo en el cultivo. El nodo LoRaWan [2], el cual cumple tres funciones de gran importancia: Suministro de energía al sensor de campo, captación de la información que suministra el sensor y enviar los datos hacia el Gateway.

Para que el nodo sea funcional, el sensor acoplado debe ser de bajo consumo y que ambos tengan una interface común de comunicación como por ejemplo RS232, RS485, I2C, etc. y en el caso de acoplar sensores análogos existe la posibilidad de leer voltajes de 0-3V o corriente entre 4-20mA, características que se las establece el proveedor pero que se deben tener presentes en el diseño distribuidoras de marcas líderes en el campo de la sensórica de IoT, enfocados a la agricultura; en especial gracias a que poseen una línea de productos los cuales están diseñados para soportar el trabajo pesado en el campo. Para el diseño de este sistema se ha tenido en cuenta los siguientes apartes:

Los dispositivos sensores deben contar con una muy buena capacidad de autonomía eléctrica de energía (mínimo de 15000 mAh) y de material recargable (Li-ion). Estos sensores deben contar con certificaciones para trabajo en condiciones ambientales relativamente expuestas y agrestes (mínimo certificación IP66 a IP68, o mayor si es viable).

Los dispositivos sensores en lo posible deben ser modulares, es decir; contar con capacidad

múltiple para funcionar, ya que al contar (por ejemplo) con accesorios éste pueda ser flexible de acuerdo al campo de acción donde se va a implementar, y esto evitaría tener que usar un gran abanico de elementos distintos. Además, deben contar con uno o varios sensores que tengan la capacidad de poder monitorizar múltiples variables, lo cual se verá reflejado en un ahorro al minimizar la adquisición de muchos dispositivos. Se debe contar con uno o varios sensores que sean capaz de medir atributos tales como, los nivele de NH3 (amoníaco) concentrados en un área determinada, esto con el fin de poder tener control sobre los procesos biológicos del cultivo.

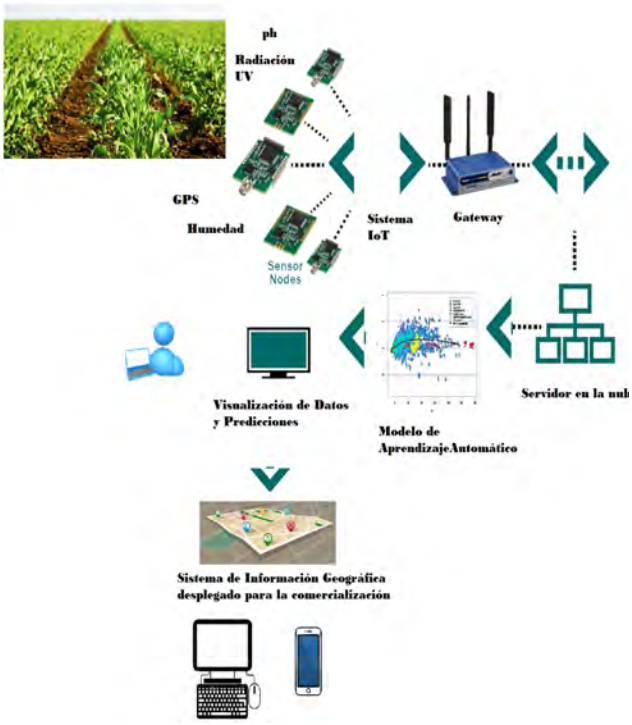


Figura 4. Arquitectura del sistema de la propuesta

El sistema debe contar con un dispositivo fiable para la geo posición del área del cultivo, esto es vital toda vez que se pretende a futuro poder tener ubicados en el espacio físico nacional cada uno de estos ya sea para efectos de control por parte de un ente gubernamental o también por personal académico que desee visitar el lugar. Así mismo, las funciones de comunicación por medio de Bluetooth o NFC con un smartphone, son importantes para poder realizar labores de ajustes o solución de fallas.

El diseño físico del sensor debe permitir maniobrabilidad para su montaje, lo cual permite garantizar una instalación efectiva lo cual impacta directamente en la toma de información que se realice en un lugar determinado.

El estilo de comunicación a emplear será Clase A (solo entre en modo escucha cuando envía un dato de forma exitosa al Gateway), suficiente para transmitir los datos requeridos además de facilitar la duración extendida de las baterías, propiedades que se logran debido que la solución a implementar es insensible a la latencia por la baja cantidad de datos a transmitir.

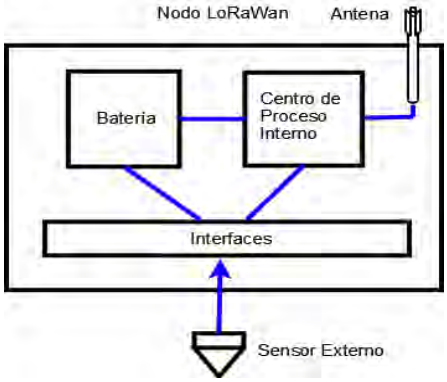


Figura 5. Diagrama Nodo LoRaWAN

B. Concentrador de señales o Gateway.

Recibe la información que transmiten los nodos y la envía hacia el servidor en la Nube, de forma transparente, no realiza enrutamientos ni retransmisiones. La cantidad de Gateways se establece por la cantidad de Nodos desplegados en el cultivo que pueden estar entre 1000 si transmiten cada determinado tiempo, hasta 62500 nodos si se transmite una vez al día [10]. La antena del Gateway también define el alcance de lectura de los nodos.

La conexión de los nodos con los Gateways es tipo estrella de un solo salto donde se aplica el modo de conexión tipo OTAA (Over The Air Activation) por la seguridad que ofrece dicho modo al crear y renovar la sesión cada vez que alguno de ellos pierda la conexión. Los parámetros de configuración para la conexión son: DevEUI o identificador único de fábrica, AppEUI o identificador único de Aplicación y

AppKEy o clave secreta de autenticación AES 128.

C. Servidor de Cloud computing.

Recolecta, almacena y procesa la información que suministran los dispositivos finales (sensores) haciendo uso de una conexión TCP/IP. Es el encargado de eliminar datos duplicados, gestión y configuración de la Red y de los Nodos finales. Proceso descrito en mayor detalle en módulo predictivo.

D. Módulo Predictivo

Para la construcción del modelo de predicción se definen unas fases basadas en la metodología CRISP_DM [11]. La figura 6 muestra tres bloques generales [37] para llegar al modelo de selección de atributos óptimos en un cultivo agrícola.

En la fase de preparación de datos se reciben los datos recolectados en un servidor de cloud computing (i.e., *Amazon Web Services*), estos datos en bruto requieren ser analizados, ya que los conjuntos de datos varían, no solo de un escenario agrícola a otro, sino también de un periodo de tiempo a otro. Una vez realizada la comprensión de datos, el siguiente paso es construir el conjunto de datos, mediante el refinamiento de los datos en bruto, donde se incluyen pasos tales como: revisión y limpieza de datos, y selección de atributos relevantes para generar el modelo predictivo.

La fase de aprendizaje recibe el conjunto de datos adecuados (dataset), encargado de realizar el entrenamiento de varios algoritmos de aprendizaje supervisado, en específico algoritmos de regresión, los cuales se evalúan y se comparan los resultados con el fin de extraer el modelo de predicción de atributos óptimos en un cultivo agrícola y evaluar su desempeño en usando métricas de error de predicción (i.e., RMSE).

Finalmente, en la fase de selección de atributos adecuados, una vez se haya realizado la evaluación del modelo predictivo,

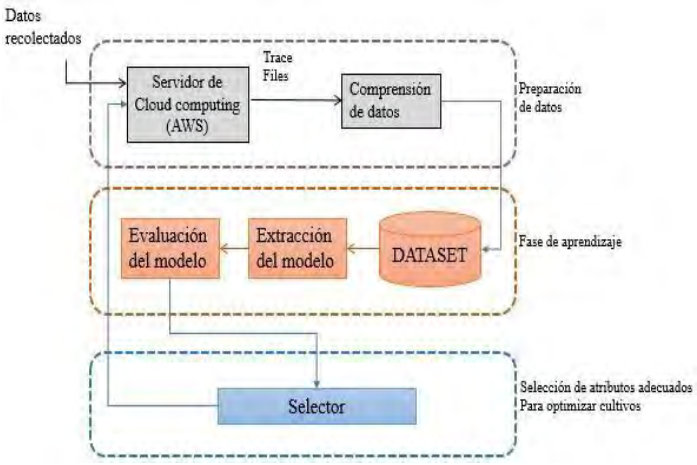


Figura 6. Diagrama de bloques modelo predictivo

se genera un conjunto de datos que incluyen los valores óptimos para un determinado cultivo agrícola.

E. Módulo de SIG para comercialización

Un elemento importante dentro de la arquitectura propuesta es el módulo SIG (*Sistema de Información Geográfico*). Dentro de los atributos recolectados, se encuentra la información sobre geo posicionamiento de los cultivos [1]. Esta característica es de relevancia debido a que con estos datos es posible analizar y monitorear cultivos en diferentes escenarios, a la vez que es una característica que influye en los demás atributos (i.e., humedad, presión atmosférica) [38]. Para el caso particular del presente trabajo, este atributo de posicionamiento geográfico será utilizado para la comercialización de los cultivos.

Mediante el monitoreo en tiempo real del estado y tipo de cultivo, es posible planificar una estrategia de eliminación de intermediarios para que se puedan llevar los productos cultivados directamente a las plazas distribuidoras, o directamente al comprador final. Para ello es necesaria una aplicación que incluye funciones tales como, la información del crecimiento de cultivo y fechas de cosechas, tipo de producción, cantidad, ubicación.

Además, un sistema de información geográfico en cultivos [39], combinado con análisis de enfermedades realizado por expertos, permite

apoyar el sistema de predicción y facilita la toma de decisiones para el manejo más eficiente y sostenible de un cultivo, desde diferentes perspectivas, entre las que se encuentran el cambio climático [2], [40].

III. CONCLUSIONES

La agricultura es uno de los sectores productivos de mayor importancia en épocas de crisis; como la desatada por la pandemia de COVID-19. Por tal razón, son necesarias soluciones de agricultura inteligente para mejorar los procesos de producción. IoT brinda la base para diseñar soluciones de recolección de datos de variables físicas relevantes en el desarrollo de un cultivo, suministro clave que en combinación con otras tecnologías como Cloud Computing y Aprendizaje automático hace posible diseñar sistemas que permitan recolección y análisis de datos para monitoreo y control, con el objetivo de optimizar la producción agrícola.

Por otro lado, los factores como el calentamiento global, el cambio climático y la crisis del agua están impactando al sector agrícola; por esto es tan importante un eficiente manejo de los recursos naturales en especial el hídrico. Lo anterior es uno de los escenarios de aplicación significante para la implementación de la agricultura de precisión mediante IoT, mediante el diseño de sistemas de adquisición de datos, monitoreo y procesamiento de variables como la humedad del suelo y la precipitación de lluvias, empleando dispositivos de bajo costo como Raspberry y Arduino, los cuales son viables gracias a su bajo coste de montaje, su variedad de sensores disponibles y bajo consumo energético (factor clave en áreas rurales).

Un punto de partida clave para el diseño de un sistema de IoT, es la identificación del escenario de aplicación y la identificación de las variables físicas a monitorear. La recolección de datos se puede implementar mediante tecnologías como LoRAWAN, y el procesamiento de los mismos se puede realizar en servicios de Cloud Computing y aplicando técnicas como el aprendizaje automático. Adicional al uso de tecnologías de Industria 4.0. Dado que las variables son difíciles de controlar se deben incluir técnicas agrícolas, que permitan optimizar la producción de un cultivo. Entre las técnicas agrícolas adecuadas se encuentran las relacionadas con la bio agricultura, las cuales generan una simbiosis natural efectiva y conservacionista del entorno ambiental ya que se minimiza el desperdicio del agua, a la vez que promueve la agricultura sostenible, que busca liberarse de químicos y fertilizantes que no solo perjudican los alimentos provenientes de la tierra para el consumo humano, sino que también lo hacen con suelo y el subsuelo incluso con las fuentes hídricas subterráneas.

Los sistemas IoT en combinación con tecnologías de geo posicionamiento, análisis de datos y algoritmos de regresión en aprendizaje automático permiten generar soluciones de optimización viables, ya que al obtener datos de los cultivos y combinarlos con datos históricos óptimos es posible la toma de decisiones que permitan mejorar la producción de los cultivos agrícolas. Así mismo, es posible generar oportunidades que vayan al tiempo priorizando 3 ítems importantes; 1) producción controlada de alimentos cultivados bajo un monitoreo constante minimizando pérdidas por altos costos o mala calidad en la producción, 2) producción sustentable y natural de alimentos gastando menos recursos hídricos al mismo tiempo menos inversión en insumos químicos dañinos y 3) menos tiempo de producción minimizando los imprevistos gracias a la obtención rápida y veraz de los datos importantes de las áreas cultivables productivas; adicionalmente y de forma indirecta, se busca colateralmente proteger la mano de obra en el agro porque como es sabido en la coyuntura actual lo mejor es evitar que en el día a día exista un contacto estrecho constante del personal de trabajo, ya que no conviene dejar de producir en el campo por falta de obreros que cumplan las tareas relacionadas con la agricultura.

El sector agrícola es un escenario clave para hacer las actividades de producción más precisas y autónomas. El concepto de agricultura inteligente incluye la mejora de procesos productivos, eficiencia energética, optimización de recursos, incluso permite vislumbrar en un futuro cercano no solo la convergencia de diferentes tecnologías disruptivas, sino la implementación y consolidación de los sistemas

ciber físicos para generar armonía entre escenarios virtuales y procesos productivos del campo de manera automática e inteligente.

Finalmente, se busca que esta revisión sirva de referencia para desarrollar soluciones IoT en escenarios de agricultura inteligente, mostrando cómo la combinación de nuevas tecnologías junto con técnicas de producción amigables con el medio ambiente usando agentes biológicos en procesos simbióticos naturales, son una gran alternativa en la búsqueda de la mitigación del impacto actual de la crisis sanitaria y ambiental generados por el COVID-19 y el cambio climático, lo que plantea un nuevo escenario que reta al agro a buscar nuevas opciones de mantenerse y mejorar su capacidad autosustentable aumentando su productividad desde la siembra hasta su consumo, y todo esto involucrando a los pequeños y medianos grupos productivos del sector para unir la producción con la comercialización, aportando a acceder de manera eficiente a los productos, desarrollando economías ágiles y eliminando intermediarios.

REFERENCIAS

[1] A. Rodriguez, R. Stefanelli y D. Trinchero, «Adaptive wireless sensor networks for high-definition monitoring in sustainable agriculture,» de 2014 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNet), Newport Beach, 2014.

[2] D. Davcev, K. Mitreski, S. Trajkovic, V. Nikolovski y N. Koteli, «IoT agriculture system based on LoRaWAN,» de 2018 14th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS), Imperia, 2018.

[3] M. Salahuddin, N. Limam, S. Ayoubi, F. estrada & O. Caidcedo, «A Comprehensive Survey on Machine Learning for Networking: Evolution, Applications and Research Opportunities,» Journal of Internet Services and Applications, vol. 9, nº 10, 2018.

[4] E. Gómez, D. Luna, F. Navas, G. Aponte y L. Betancourt, «Literature review methodology for scientific and information management, through its structuring and systematization,» DYNA, vol. 81, nº 184, 2014.

[5] Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, «Boletín técnico Producto Interno Bruto (PIB) I trimestre 2020,» Bogota DC., 2020.

[6] Revista Dinero, «Nuevas tecnologías aplicadas al agro en Colombia, 2019.,» 10 09 2019. [En línea]. Available: http://www.dinero.com/edicion-impresa/sectores/articulo/nuevas-tecnologias-aplicadas-al-agro-en-colombia/278637.

[7] D. F. C. Madariaga, J. L. G. Rodríguez, M. R. Lozano y E. C. Vallejo, «Inferencia estadística Módulo de regresión lineal simple,» Universidad del Rosario, Bogotá DC, 2013.

[8] U. Shanthamallu, A. Spanias, C. Tepedelenlioglu y M. Stanley, «A Brief Survey of Machine Learning Methods and their Sensor and IoT Applications,» de Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA), 2017 8th International Conference on, Larnaca, Cyprus, 2017.

[9] G. Hinton, N. Srivastava y K. Swersky, «www.cs.toronto.edu,» Abril 2014. [En línea]. Available: https://www.cs.toronto.edu/~tijmen/csc321/slides/lecture_slides_lec1.pdf.

[10] P. Klaine, M. Imra, O. Onireti y R. Souza, «A Survey of Machine Learning Techniques Applied to Self-Organizing Cellular Networks,» IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, vol. 19, nº 4, pp. 2392 - 2431, 2017.

[11] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, y M. Palaniswami, «Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions», Future Generation Computer Systems, vol. 29, n.o 7, pp. 1645-1660, sep. 2013, doi: 10.1016/j.future.2013.01.010.

[12] P. P. Ray, «A survey on Internet of Things architectures», Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, vol. 30, n.o 3, pp. 291-319, jul. 2018, doi: 10.1016/j.jksuci.2016.10.003.

[13] D. Davcev, K. Mitreski, S. Trajkovic, V. Nikolovski, y N. Koteli, «IoT agriculture system based on LoRaWAN», en 2018 14th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS), Imperia, jun. 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/WFCS.2018.8402368.

[14] J. C. Triana Useche y R. E. Rodriguez Leguizamo, «Prototipo de solución Iot con tecnología Lora en monitoreo de cultivos agrícolas», may 2018, Accedido: oct. 23, 2020. [En línea]. Disponible en: http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/13388.

[15] S. Heble, A. Kumar, K. V. V. D. Prasad, S. Samirana, P. Rajalakshmi, y U. B. Desai, «A low power IoT network for smart agriculture», en 2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), Singapore, feb. 2018, pp. 609-614, doi: 10.1109/WF-IoT.2018.8355152.

[16] C. Cambra, S. Sendra, J. Lloret, y L. Garcia, «An IoT service-oriented system for agriculture monitoring», en 2017 IEEE International Conference on Communications (ICC), Paris, France, may 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICC.2017.7996640.

[17] C. Cambra, S. Sendra, J. Lloret, y L. Parra Boronat, «Ad hoc network for emergency rescue system based on unmanned aerial vehicles», en Network Protocols and Algorithms, dic. 2015, vol. 7, n.o 4, pp. 72-89, doi: 10.5296/npa.v7i4.8816.

[18] O. Diallo, J. J. P. C. Rodrigues, M. Sene, y J. Lloret, «Distributed Database Management Techniques for Wireless Sensor Networks», IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, vol. 26, n.o 2, pp. 604-620, feb. 2015, doi: 10.1109/TPDS.2013.207.

[19] K. Aberer, M. Hauswirth, y A. Salehi, «Infrastructure for Data Processing in Large-Scale Interconnected Sensor Networks», en 2007 International Conference on Mobile Data Management, Mannheim, Germany, may 2007, pp. 198-205, doi: 10.1109/MDM.2007.36.

[20] L. Shu, M. Hauswirth, L. Cheng, J. Ma, V. Reynolds, y L. Zhang, «Sharing Worldwide Sensor Network», en 2008 International Symposium on Applications and the Internet, jul. 2008, pp. 189-192, doi: 10.1109/SAINT.2008.22.

[21] Karl Abere, Manfred Hauswirt, y Ali Saleh, «Global Sensor Networks», [En línea]. Disponible en: http://www.manfredhauswirth.org/research/papers/LSIR-REPORT-2006-001.pdf.

[22] E. H. C. Jr, Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols, 1st Edition. Boca Raton, FL: Auerbach Publications, 2003.

[23] P. Baronti, P. Pillai, V. W. C. Chook, S. Chessa, A. Gotta, y Gota. F. Hu, «Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards», Computer Communications, vol. 30, n.o 7, pp. 1655-1695, may 2007, doi: 10.1016/j.comcom.2006.12.020.

[24] L. Oliveira y J. Rodrigues, «Wireless Sensor Networks: A Survey on Environmental Monitoring», JCM, vol. 6, pp. 143-151, abr. 2011, doi: 10.4304/jcm.6.2.143-151.

[25] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, y E. Cayirci, «Wireless sensor networks: a survey», Computer Networks, vol. 38, n.o 4, pp. 393-422, mar. 2002, doi: 10.1016/S1389-1286(01)00302-4.

[26] «IEEE Xplore Book Abstract - Wireless Sensor and Actuator Networks: Algorithms and Protocols for Scalable Coordination and Data Communication». https://ieeexplore.ieee.org/book/5732775 (accedido oct. 23, 2020).

[27] S. Misra, P. V. Krishna, V. Saritha, H. Agarwal, L. Shu, y M. S. Obaidat, «Efficient medium access control for cyber–physical systems with heterogeneous networks», IEEE Systems Journal, vol. 9, n.o 1, pp. 22-30, mar. 2015, doi: 10.1109/JSYST.2013.2253421.

[28] N. Chen, X. Zhang, y C. Wang, «Integrated open geospatial web service enabled cyber-physical information infrastructure for precision agriculture monitoring», Computers and Electronics in Agriculture, vol. 111, pp. 78-91, feb. 2015, doi: 10.1016/j.compag.2014.12.009.

[29] S. R. Rupanagudi, Ranjani B. S., P. Nagaraj, V. G. Bhat, y Thippeswamy G, «A novel cloud computing based smart farming system for early detection of borer insects in tomatoes», en 2015 International Conference on Communication, Information & Computing Technology (ICCICT), Mumbai, India, ene. 2015, pp. 1-6, doi: 10.1109/ICCICT.2015.7045722.

[30] IERC, The Internet of Things 2012 New Horizons. .

[31] C. Zhu, H. Wang, X. Liu, L. Shu, L. T. Yang, y V. C. M. Leung, «A Novel Sensory Data Processing Framework to Integrate Sensor Networks With Mobile Cloud», IEEE Systems Journal, vol. 10, n.o 3, pp. 1125-1136, sep. 2016, doi: 10.1109/JSYST.2014.2300535.

[32] Y. Cho, K. Cho, C. Shin, J. Park, y E.-S. Lee, «An Agricultural Expert Cloud for a Smart Farm», en Future Information Technology, Application, and Service, vol. 164, J. J. Park, V. C. M. Leung, C.-L. Wang, y T. Shon, Eds. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012, pp. 657-662.

[33] T. Ojha, S. Bera, S. Misra, y N. S. Raghuwanshi, «Dynamic Duty Scheduling for Green Sensor-Cloud Applications», en 2014 IEEE 6th International Conference on Cloud Computing Technology and Science, dic. 2014, pp. 841-846, doi: 10.1109/CloudCom.2014.169.

[34] J. D. Borrero y G. Fernández, «DISEÑO DE UNA RED DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS Y DE BAJO CONSUMO PARA LA GESTIÓN EN TIEMPO REAL DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO DEL CULTIVO», p. 12.

[35] C. Lema y H. Darío, «Diseño de un sistema para el control de riego mediante técnicas de aprendizaje automático aplicada a la agricultura de precisión en la granja La Pradera de la universidad Técnica del Norte», feb. 2020, Accedido: oct. 23, 2020. [En línea]. Disponible en: http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10296.

[36] P. Chapman, J. Clinton, R. Kerber, T. Khabaza, T. Reinartz y C. Shearer, «Crisp-dm 1.0 step-by-step data mining guide,» SPSS inc, vol. 16, 2000.

[37] C. Sierra y J. B. d. Marca, «Load balancing in self-organized heterogeneous LTE networks: A statistical learning approach,» de 2015 7th IEEE Latin-American Conference on Communications (LATINCOM), Arequipa, 2015.

[38] J. Navas, «Aplicaciones de los sistemas de información geográfica y la teledetección para la toma de decisiones en el manejo de enfermedades de cultivos,» *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal,* nº 294, pp. 27-30, 2017.

[39] C. González, J. Sepúlveda, R. Barroso y F. Fernández, «System for the automatic generation of yield mapping with application in precision farming,» *IDESIA,* vol. 29, nº 1, pp. 59-69, 2011.

[40] Banco Interamericano de Desarrollo-Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), «Innovaciones para la adaptación de la agricultura familiar al cambio climático en América Latina y el Caribe,» BID, New York, 2019.

Aprovechamiento de soluciones de software libre en el montaje y puesta en marcha de un centro de respuesta a incidentes informáticos para organizaciones colombianas.

Hernando José Peña Hidalgo
Eduard Antonio Mantilla Torres
Especialización en Seguridad Informática
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
hernando.pena@unad.edu.co
eduard.mantilla@unad.edu.co

Luis Fernando Zambrano Hernández
Alejandro Bernal Castiblanco
Especialización en Seguridad Informática
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNAD, Colombia
luis.zambrano@unad.edu.co
abernalcas@unadvirtual.edu.co

Este proyecto de investigación tiene como objetivo presentar a la comunidad interesada, las estrategias y alternativas de aprovechamiento de herramientas informáticas bajo licencia open source en el establecimiento de las operaciones de un CSIRT (Centro de Respuestas a Incidentes Informáticos), a partir de procesos de identificación, evaluación y análisis para el monitoreo, analítica de datos, explotación de información, detección y defensa de incidentes informáticos que pueden ocasionar grandes pérdidas de información en las diferentes organizaciones.

CSIRT, Software Libre, Incidente, Organizaciones, SOC, Seguridad Informática.
z

VULNERABILIDADES INFORMÁTICAS ACTUALES

El crecimiento actual en Colombia en servicios de TI mediante la emergencia sanitaria COVID-2019 ha generado un gran impacto de conectividad en un aumento del 51%, en el año 2021. El promedio de conexiones en el año 2020 era de 180.119 nuevos accesos; en comparación al primer semestre del año en curso que es de un 273.668.[1]

De acuerdo con lo anterior, las organizaciones de los sectores educación, producción, y otras ramas de la economía, han tenido que adaptarse al uso de nuevas herramientas y optar por teletrabajo, educación virtual, para así tener un encuentro sincrónico y asincrónico que les permita continuar brindando los servicios esenciales durante la crisis del COVID-19.[2]
En consecuencia, las organizaciones públicas y privadas en diferentes áreas están adquiriendo nuevas herramientas tecnológicas para el

[1] MINTIC. (2021). Colombia superó los 8 millones de accesos fijos a internet en el primer trimestre de 2021 Ccit. https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/178505:Colombia-supero-los-8-millones-de-accesos-fijos-a-internet-en-el-primer-trimestre-de-2021-Karen-Abudinen-ministra-TIC

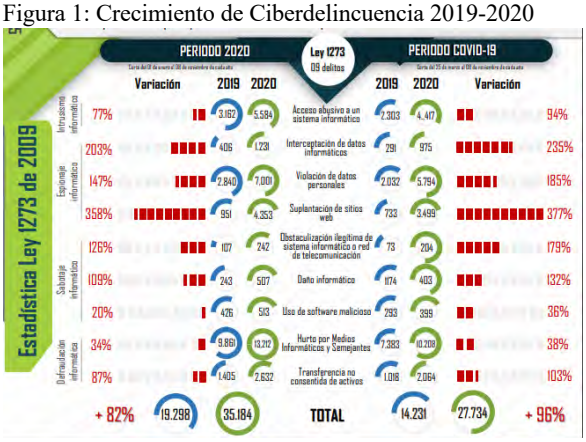
[2] UCLG-CGLU. (2020) Tecnologías digitales y la pandemia de COVID-19 15 de abril 2020 Ccist [Consultado, 01 de julio de 2021] [https://www.uclg.org/sites/default/files/eng_briefing_technology_es.pdf]

desarrollo de sus actividades como por ejemplo aplicaciones en Big Data, Machine Learning y otras más para enfrentar esta revolución de la información.

La causa de adquisición de estas nuevas tecnologías, en el Estudio de Cibercrimen en Colombia, donde actualmente el 45.5% de las denuncias se hacen por canales virtuales y en el transcurso del 2019, se reportaron 28.827 casos, en el país por incidentes informáticos ocasionados por malware durante lo corrido del año crecieron un 612% donde Colombia se encuentra entre los países que recibió el mayor número de ataques por ransomware en Latinoamérica con un total de 252 lo que corresponde al 30% después de Brasil y Argentina.[3]

De acuerdo con el balance de cibercrimen del 2020 en Colombia, este refleja que la ciberdelincuencia ha crecido de mediante la figura número 1:

Figura 1: Crecimiento de Ciberdelincuencia 2019-2020



Fuente: https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/balance_cibercrimen_2020_-_semana_45.pdf

Por otra parte, en la figura 2 podemos observar el porcentaje de ciudades las cuales han sido atacadas en el año 2020.

Figura 2: Ciudades con mayor afectación



Fuente: https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/balance_cibercrimen_2020_-_semana_45.pdf

En cuanto a modalidades de ataques, se puede deducir que entre los ataques más comunes se encuentran estafa por compras electrónicas, phishing, suplantación de identidad, en la figura 3 hay un análisis con técnicas utilizadas por los ciberdelincuentes:

Figura 3: Modalidades de ataques



Fuente: https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/balance_cibercrimen_2020_-_semana_45.pdf

En consecuencia, a estos ataques el estado ha estado fortaleciendo sus organizaciones una de ellas es el Caí Virtual organización que hace parte del gobierno para combatir el cibercrimen en Colombia, en la figura 4 podemos observar algunos logros obtenidos de parte de esta estrategia nacional:

Figura 4: Resultados operacionales

[3] CCIT (2019-2020). Tendencias del Cibercrimen en Colombia 2019-2020. Ccit [Consultado, 20 de julio 2020[Disponible en: https://www.ccit.org.co/wp-content/uploads/informe-tendencias-cibercrimen_compressed-3.pdf]



Fuente: https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/balance_cibercrimen_2020_-_semana_45.pdf

De acuerdo con estos informes socializados se observa que las organizaciones colombianas no se encontraban preparadas para atender los requerimientos y exigencias de sus clientes comerciales, así como tampoco para mantener entornos digitales de manera segura.[4]

Por lo tanto, el uso de todas estas herramientas tecnológicas en teletrabajo, pagos electrónicos conexiones personales y remotas, hizo que aumentaran los ataques por ciberdelincuentes y se presentaron pérdidas de hasta 10.400 millones de dólares para el año 2020.[5]

CSIRT COMO PROPUESTA DE SEGURIDAD PARA LA ORGANIZACIONES

Un CSIRT (Computer Incident Response Team) es un equipo de respuesta encargado en mitigar, prevenir, monitorear, responder de forma oportuna a incidentes o ataques informáticos que pueden afectar las organizaciones.

Para un Centro de Respuesta a Incidentes Informáticos el uso de herramientas tecnológicas es un factor fundamental para el desarrollo de sus actividades, hoy en día en el mercado encontramos software libre, como privativo y esto va de acuerdo con la necesidad de cada organización.[6]

Por consiguiente, en el presente artículo presentaremos algunas herramientas que pueden ser utilizadas para la conformación de un CSIRT de acuerdo con la necesidad de cada organización:

HERRAMIENTAS DE SOFTWARE LIBRE

De acuerdo con las funciones del actuar de un CSIRT, como son sus servicios reactivos (Alertas, gestión de incidentes, gestión de vulnerabilidades, gestión de artefactos) otros tipos de servicios son proactivos (Boletines, vigilancia tecnológica, auditorias de seguridad, entre otros).

Para visualizar la información y realizar un análisis de los datos, encontramos diferentes herramientas como son:

- **Herramientas Análisis de datos**

Tableau: Herramienta para el análisis de datos e inteligencia de negocios interactivos, es software privado de origen estadunidense, realiza conexión con diferentes modelos de bases de datos como lo son Oracle, MySQL, Postgrest, SQL Server entre otras; esta herramienta permite extraer datos de Excel, Access, por otra parte, puede conectarse con servicios en la nube como Google.[7]

Apache Solr: Servidor de búsqueda multiplataforma, desarrollado en Java open source, compatible con diferentes formatos de datos como XML, Python, PHP, Json; es una biblioteca de datos no estructurados de gran rendimiento.[8]

Sphinx (search engine): Motor de búsqueda open source; el cual admite diferentes motores de

[4] CENTRO CIBERNETICO POLICIAL (2020). Balance Cibercrimen 2020 Ccit [Consultado, 10 de julio 2020] [Disponible en: https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/balance_cibercrimen_2020_-_semana_45.pdf]

[5] Cifras de ciberseguridad en Colombia prenden alarmas al cierre de 2020 Ccit [Consultado, 20 de julio 2020[Disponible en: https://www.ccit.org.co/wp-content/uploads/informe-tendencias-cibercrimen_compressed-3.pdf]

[7] Tableau [sitio web] tableau.com [Consultado 2 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.tableau.com/

8 Apache Solr [sitio web] solr.apache.org [Consultado 4 de marzo del 2021] Disponible en: https://solr.apache.org/

bases de datos entre las cuales están Postgrest, ODBC, MySQL, multiplataforma. [9]

Elasticsearch: Motor de búsqueda de datos opensource, desarrollado en Java con interfaz API REST y licenciado bajo apache, multiplataforma, el cual se puede utilizar para diferentes tipos de uso, como análisis de seguridad, búsqueda de aplicaciones, etc.[10]

Kibana: Es un framework opensource con licencia apache, la cual permite el análisis y búsquedas mediante dashboard, esta herramienta administra roles, administración de usuarios, interacción de tableros de acuerdo con las necesidades de cada usuario.[11]

- **Herramientas análisis de Logs**

En la conformación del CSIRT, se debe contar con herramientas para el análisis de logs, para la identificación, registro de los eventos y acciones que pueden afectar algún servicio de la organización, a continuación, encontramos una lista de software libre a utilizar:

Loggly: Plataforma creada en la nube, el cual gestiona servicios de gestión de logs, el cual recopila, almacena e indexa registros de sitios web, esta herramienta es utilizada la gran mayoría por desarrolladores de aplicaciones para resolver problemas operacionales. [12]

PaperTrails: Gestor de logs con soporte en la nube, este software permite almacenar todos los logs de diferentes servidores, el cual realiza búsquedas; con el fin de identificar problemas o vulnerabilidades utilizando la herramienta de alertas con el fin de detectar fallos.[13]

Logstash: Herramienta open source el cual procesa los datos del lado del servidor, esta herramienta está desarrollada en el lenguaje de programación Ruby, la cual permite centralizar, distribuir y normalizar la información, esta se puede integrar con Elasticsearch, Kibana, Beats.[14]

- **Escáner de Vulnerabilidad**

Las vulnerabilidades de un sistema son la puerta de entrada de un atacante, es por ello por lo que es importante las herramientas de vulnerabilidad, para identificar el tipo de filtrado de servicios, tráfico de red entre otros, de acuerdo con lo anterior encontramos las siguientes herramientas:

OpenVas (Open Vulnerability Assessment System): Herramienta de software libre, bajo licencia GNU/GPL se utiliza para la evaluación de vulnerabilidades, este permite el escaneo de una red y la verificación de vulnerabilidades, mediante un conjunto de herramientas accesibles desde un portal web, el cual gestiona diferentes incidentes informáticos de diversos sistemas.
En el año 2019 realizaron un proyecto aplicado de testeo a la organización Cristo Rey, en la ciudad de pasto, con la herramienta OpenVas.[15]

Vega: Herramienta open source escáner de seguridad web, el cual realiza evaluación de vulnerabilidades en aplicaciones web, está desarrollado en lenguaje de programación Java, ayuda a encontrar y validar inyección SQL, basado en GUI.
Cuenta con escáner automático y proxy de interceptación, el cual rastrea sitios web extrae enlaces, procesa formularios en los posibles puntos de inyección SQL.[16]

HIDS (OSSEC): OSSEC: Open Source HIDS Security Herramienta de software libre el cual realiza análisis de registros, verificación de integridad, monitoreo de registro, alertas de detección de intrusos en la máquina host para la

[9] Sphinx (search engine) [sitio web] sphinxsearch.com [Consultado 5 de marzo del 2021] Disponible en: http://sphinxsearch.com/

[10] Elasticsearch (search engine) [sitio web] elastic.co [Consultado 6 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.elastic.co/es/what-is/elasticsearch

[11] Kibana (search engine) [sitio web] elastic.co [Consultado 6 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.elastic.co/es/what-is/kibana

[12] Loggly [sitio web] Loggly.com [Consultado 8 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.loggly.com/

13 PaperTrails [sitio web] papertrail.com [Consultado 10 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.papertrail.com/

14 Logstash [sitio web] elastic.co [Consultado 8 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.elastic.co/es/logstash

15 OpenVas [sitio web] openvas.org [Consultado 8 de marzo del 2021] Disponible en: https://openvas.org/

16
[16] Quirola Valarezo, LM (2019). Análisis de Vulnerabilidades de Seguridad Informática, del Sistema de Gestión Médica SISMEDICALEC, de la empresa Incomsis.[Disponible: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30108/1/Tesis_t1637si.PDF]

mayoría de las plataformas Linux, OpenBSD, FreeBSD, OS X, Solaris y Windows.[17]

- **Herramientas Monitoreo de Red**

Otras herramientas importantes son aquellas que nos permiten monitorear el tráfico de red de una organización, de tal modo que nos permita verificar su estado en tiempo real con el fin de optimizar sus servicios; como base podemos utilizar las siguientes herramientas:

Nagios Core: Aplicación de software libre monitorea redes y servicio de red como son SMTP, POP3, HTTP, NNTP, ICMP, SNMP, por otra parte; supervisa los recursos de hardware, el monitoreo se realiza de forma remota mediante túneles SSL y SSH, se puede desarrollar plugins en diferentes lenguajes de programación Python, PHP, Ruby, C++, Bash, Perl. [18]

Cacti: Herramienta de software libre, desarrollada en lenguaje de programación PHP, esta herramienta genera gráficos de red, con el fin de representar la gravedad y alertas, su base de datos está desarrollado en MYSQL, realiza unos ficheros de texto con extensión yaml lenguaje de marcado ligero; en el podemos visualizar el estado de nuestra red, ancho de banda, picos de tráfico monitoreo de puertos.[19]

Zenoss: Herramienta open source, el cual monitorea el rendimiento de las redes, servidores y aplicaciones, con el fin de gestionar la configuración y estabilidad mediante un paquete de software integrado, realiza la supervisión y el monitoreo, registra eventos a través de logs, creación de reglas a través de la interfaz gráfica de usuario.[20]

PandoraFMS: Herramienta de software hibrido (Software libre y licencia comercial), esta herramienta monitorea dispositivos de red, aplicaciones, este mecanismo no trabaja a tiempo real, ni de la opción de análisis de logs, su backend es en PHP y frontend en AJAX, HTML5, adicional tener instalado Flash player en el navegador para visualizar las gráficas.[21]

Security Onion: Distribución open source la cual permite la detección de intrusos, monitoreo de eventos y herramientas para análisis forense.[22]

Zabbix: Herramienta de software libre para el monitoreo de servidores, redes y ordenadores, verifica y realiza estadísticas del estado de los servicios de una red, servidores, servidores en la nube, aplicaciones y servicios.[23]

- **Gestión de Incidentes**

Para las organizaciones es importante contar con una aplicación de gestión de incidentes, con el fin de realizar una clasificación, detección y análisis mediante algunas de las siguientes herramientas:

Evebox: Herramienta de gestión de alertas y eventos basada en entorno web para los incidentes generados por el motor de detección de amenazas[24]

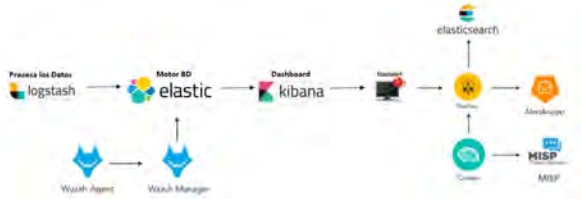
The Hive: Aplicación de respuesta a incidentes de seguridad open source, escalable, integrada con MISP (plataforma de intercambio de información de malware) y Cortex motor de análisis independiente con el fin de generar informes automatizados o manuales de acuerdo al analista de seguridad.[25]

17 OSSEC [sitio web] https://www.ossec.net/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: https://www.ossec.net/]
18 NAGIOS [sitio web] https://www.nagios.com/about-nagios-enterprises/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: https://www.nagios.com/about-nagios-enterprises/]
19 CACTI [sitio web] https://hipertextual.com/archivo/2010/09/monitoriza-el-estado-de-tu-red-con-cacti/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: https://hipertextual.com/archivo/2010/09/monitoriza-el-estado-de-tu-red-con-cacti/]
20 ZENOSS [sitio web] https://serviciosderednoona.wordpress.com/sistema-de-monitoreo-zenoss-4-2/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: ZENOSS [sitio web] https://serviciosderednoona.wordpress.com/sistema-de-monitoreo-zenoss-4-2/ [https://serviciosderednoona.wordpress.com/sistema-de-monitoreo-zenoss-4-2/]
21PANDORAFMS [sitio web] https://pandorafms.com/es/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: https://pandorafms.com/es/]
22 SECURITY ONION [sitio web] https://securityonionsolutions.com/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [https://securityonionsolutions.com/]
23 [23] ZABBIX [sitio web] https://www.zabbix.com/la [Consultado 5 de marzo del 2021] [https://www.zabbix.com/la]
24 [24] EVEBOX [sitio web] https://evebox.org/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [https://evebox.org/]
25 [25] THE HIVE PROJECT [sitio web] https://blog.thehive-project.org/2017/06/19/thehive-cortex-and-misp-how-they-all-fit-together/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [https://blog.thehive-project.org/2017/06/19/thehive-cortex-and-misp-how-they-all-fit-together/]

PROPUESTA DE SOLUCION SUGERIDA CSIRT

Luego de analizar las diferentes herramientas de software libre, es importante la integración de estas con el fin de dar respuesta oportuna a un incidente informático, así mismo, se presenta una arquitectura con el objetivo que pueda ser implementada por una organización colombiana de acuerdo con la figura 5:

Figura 5: Integración herramientas CSIRT



Fuente: Modificada

El objetivo principal de esta arquitectura es la integración de las herramientas, por una parte, utilizaremos como componente principal Elasticsearch motor de base de datos para almacenar la información; en segundo lugar, la herramienta Logstash, la cual permite recolectar logs desde los equipos, aplicaciones, servidores, switches.

Por otra parte, se implementa la compilación de Wazuh, esta herramienta es un IDS basado en host, el cual permite automatizar y obtener los registros que son relevantes de lo que está pasando en los servidores.

Luego de almacenar toda la información recolectada por las herramientas Logstash y Wazuh; mediante la interfaz Kibana podemos obtener los datos en Dashboard mediante gráficos, alertas, reportes.
De acuerdo con las anomalías que se programen o se configuren, procedemos a utilizar el componente ElasticAlert, para emitir alertas y enviárselas al gestor de incidentes The Hive.

Además de tener toda la información recolectada y procesada por las diferentes herramientas integradas por el CSIRT, se procede en la gestión del equipo del CSIRT; el analista procede a la toma de decisión si es un incidente informático.

La información recolectada por el gestor de incidentes es muy parecida a los casos de mesa de ayuda, mediante un registro del supuesto incidente, así mismo, se asigna el caso al personal competente, este se encarga del análisis e identificación si es una amenaza, algo de vital importancia, es el desarrollo de la documentación realizada por el analista; con el fin de mitigar y dar respuesta de forma oportuna a un incidente informático de una organización.

I. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el trabajo realizado, existen herramientas bajo licencia de software libre, que nos permiten adecuar una adecuada gestión a infraestructuras de red; Herramientas GVM Greenbone nos permite realizar la adecuada gestión sobre las vulnerabilidades en sistemas informáticos.

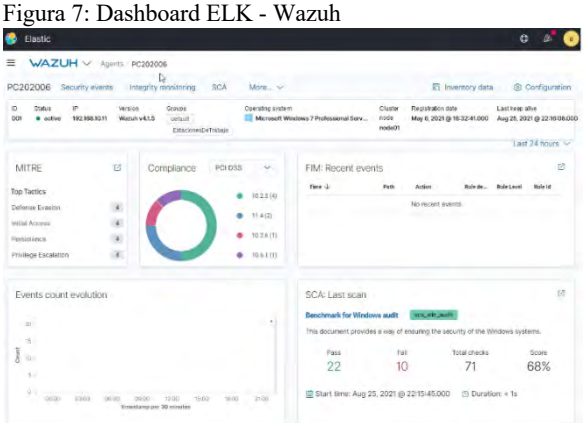
Figura 6: DashBoard GreenBone



Fuente propia

Por otro lado, herramientas como ELK, Wazuh nos permiten hacer una ingesta de datos, que representan el estado de distintas fuentes y orígenes de acuerdo con los parámetros que se establezcan.

Figura 7: Dashboard ELK - Wazuh



Fuente propia

Cabe resaltar que el uso de estás herramientas por ser de tipo de software libre, no cuentan con soporte y cualquier duda o inquietud requiere ir a comunidades en internet.

II. CONCLUSIONES

En primer lugar, en el desarrollo de este artículo se logró investigar las diferentes herramientas de software libre para la integración de un CSIRT.

Por otra parte, se realiza un análisis y se seleccionan los componentes para la conformación de un CSIRT.

Finalmente, se realiza la integración de las herramientas aprovechando las bondades de cada herramienta para la puesta en marcha de un CSIRT para las organizaciones colombianas

.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por que es el motor principal de mi vida, a mi familia por su apoyo incondicional para lograr el desarrollo de esta investigación.

Ala universidad Nacional Abierta y a Distancias y docentes en la carrera Especialización de Seguridad Informática, por brindar sus conocimientos, acompañamiento, préstamo de equipos para la integración de las herramientas y puesta en marcha del CSIRT para organizaciones colombianas

REFERENCIAS

[1] MINTIC. (2021). Colombia superó los 8 millones de accesos fijos a internet en el primer trimestre de 2021 Ccit. https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/178505:Colombia-supero-los-8-millones-de-accesos-fijos-a-internet-en-el-primer-trimestre-de-2021-Karen-Abudinen-ministra-TIC

[2] UCLG-CGLU. (2020) Tecnologías digitales y la pandemia de COVID-19 15 de abril 2020 Ccist [Consultado, 01 de julio de 2021] [https://www.uclg.org/sites/default/files/eng_briefing_technology_es.pdf]

[3] CCIT (2019-2020). Tendencias del Cibercrimen en Colombia 2019-2020. Ccit [Consultado, 20 de julio 2020[Disponible en: https://www.ccit.org.co/wp-content/uploads/informe-tendencias-cibercrimen_compressed-3.pdf]

[4] CENTRO CIBERNETICO POLICIAL (2020). Balance Cibercrimen 2020 Ccit [Consultado, 10 de julio 2020] [Disponible en: https://caivirtual.policia.gov.co/sites/default/files/balance_cibercrimen_2020_-_semana_45.pdf]

[5] CCIT Cifras de ciberseguridad en Colombia prenden alarmas al cierre de 2020 Ccit [Consultado, 20 de julio 2020[Disponible en: https://www.ccit.org.co/wp-content/uploads/informe-tendencias-cibercrimen_compressed-3.pdf]

[7] Tableau [sitio web] tableau.com [Consultado 2 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.tableau.com/

[8] Apache Solr [sitio web] solr.apache.org [Consultado 4 de marzo del 2021] Disponible en: https://solr.apache.org/

[9] Sphinx (search engine) [sitio web] sphinxsearch.com [Consultado 5 de marzo del 2021] Disponible en: http://sphinxsearch.com/

[10] Elasticsearch (search engine) [sitio web] elastic.co [Consultado 6 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.elastic.co/es/what-is/elasticsearch

[11] Kibana (search engine) [sitio web] elastic.co [Consultado 6 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.elastic.co/es/what-is/kibana

[12] Loggly [sitio web] Loggly.com [Consultado 8 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.loggly.com/

[13] PaperTrails [sitio web] papertrail.com [Consultado 10 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.papertrail.com/

[14] Logstash [sitio web] elastic.co [Consultado 8 de marzo del 2021] Disponible en: https://www.elastic.co/es/logstash

[15] OpenVas [sitio web] openvas.org [Consultado 8 de marzo del 2021] Disponible en: https://openvas.org/

[16] Quirola Valarezo, LM (2019) Análisis de Vulnerabilidades de Seguridad Informática, del Sistema de Gestión Médica SISMEDICALEC, de la empresa Incomsis. [Disponible: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30108/1/Tesis_t1637si.PDF]

[17] OSSEC [sitio web] https://www.ossec.net/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: https://www.ossec.net/]

[18] NAGIOS [sitio web] https://www.nagios.com/about-nagios-enterprises/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: https://www.nagios.com/about-nagios-enterprises/]
[19] CACTI [sitio web] https://hipertextual.com/archivo/2010/09/monitoriza-el-estado-de-tu-red-con-cacti/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: https://hipertextual.com/archivo/2010/09/monitoriza-el-estado-de-tu-red-con-cacti/]
[20] ZENOSS [sitio web] https://serviciosderednoona.wordpress.com/sistema-de-monitoreo-zenoss-4-2/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: ZENOSS [sitio web] https://serviciosderednoona.wordpress.com/sistema-de-monitoreo-zenoss-4-2/ [https://serviciosderednoona.wordpress.com/sistema-de-monitoreo-zenoss-4-2/]
[21] PANDORAFMS [sitio web] https://pandorafms.com/es/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [Disponible en: https://pandorafms.com/es/]
[22] SECURITY ONION [sitio web] https://securityonionsolutions.com/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [https://securityonionsolutions.com/]
[23] ZABBIX [sitio web] https://www.zabbix.com/la [Consultado 5 de marzo del 2021] [https://www.zabbix.com/la]
[24] EVEBOX [sitio web] https://evebox.org/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [https://evebox.org/]
[25] THE HIVE PROJECT [sitio web] https://blog.thehive-project.org/2017/06/19/thehive-cortex-and-misp-how-they-all-fit-together/ [Consultado 5 de marzo del 2021] [https://blog.thehive-project.org/2017/06/19/thehive-cortex-and-misp-how-they-all-fit-together/]

Uso del Modelo de Holt-Winters como estrategia para la predicción de condiciones ambientales durante el proceso de almacenamiento del Cacao, bajo una arquitectura IoT

Juan Carlos Vesga Ferreira
Ingeniería de Telecomunicaciones
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
juan.vesga@unad.edu.co

Resumen -

Problema: El proyecto surge como respuesta al reto empresarial expuesto por la empresa Chocolate Girones ante el Comité Universidad - Empresa - Estado (CUUES) y la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), el cual expresa la necesidad de contar con un sistema de base tecnológica con capacidad de monitorear y gestionar el proceso de trazabilidad del cacao durante el proceso de almacenamiento y fabricación del chocolate. **Objetivo:** Desarrollar un sistema RFID bajo arquitectura IoT, a través del cual es posible realizar un control y monitoreo de la calidad del grano, incorporando el uso de técnicas de predicción y análisis soportadas en Series de tiempo, a fin de optimizar el proceso de trazabilidad de los bultos de cacao. **Materiales y métodos:** El dispositivo permite realizar el registro y consulta en la nube de la información relacionada con cada bulto de cacao en el momento de ser recibido y almacenado en el centro de acopio, mediante una arquitectura cliente/servidor y tecnología RFID (*Radio Frequency IDentification*). Adicionalmente, hace uso del modelo de Holt-Winters, con el fin de realizar predicciones sobre la temperatura, la humedad relativa y la temperatura de punto de rocío que podrían estar presente durante el proceso de almacenamiento. **Resultados:** El sistema desarrollado de bajo costo permite realizar el registro, control y monitoreo de los procesos relacionados con la trazabilidad del cacao en etapa de producción y gestión del almacenamiento de manera eficiente. A su vez, el modelo propuesto permitió predecir el comportamiento de variables tales como temperatura, humedad relativa y temperatura de rocío, las cuales juegan un papel fundamental en la calidad del grano, como estrategia para el control de hongos y moho que podrían llegar a surgir en el grano durante su almacenamiento debido a que el cacao es un producto higroscópico.

Palabras clave— *Almacenamiento, Cacao, Humedad, Punto de rocío, Series de tiempo, Temperatura.*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Descripción general del Prototipo propuesto

El sistema IoT propuesto está soportado bajo una arquitectura cliente/servidor, a través de la cual el modulo lector registrará la información relacionada con las características particulares de cada bulto de cacao en el momento de su ingreso a bodega en el servidor vía TCP/IP. Posteriormente, el módulo, podrá realizar procesos de consulta y seguimiento del bulto durante el proceso de producción, facilitando con ello realizar el proceso de trazabilidad del bulto e identificación del proveedor, entre otros aspectos de interés de la empresa, a fin de realizar un seguimiento de cada lote en términos de rotación, tiempo en bodega, comportamiento de la temperatura, humedad relativa y temperatura de punto de rocío durante el tiempo de almacenamiento, entre otros aspectos que juegan un papel importante relacionados con la calidad del producto. En la figura 1 se ilustra claramente la arquitectura cliente-servidor para el sistema propuesto.

Para el proceso de registro y almacenamiento de la información se implementó un servidor de Base de datos, soportado en MySQL a través del cual será configurada la Base de datos del sistema, la cual permitirá almacenar los Datos generales, y la información más importante de cada bulto de cacao.

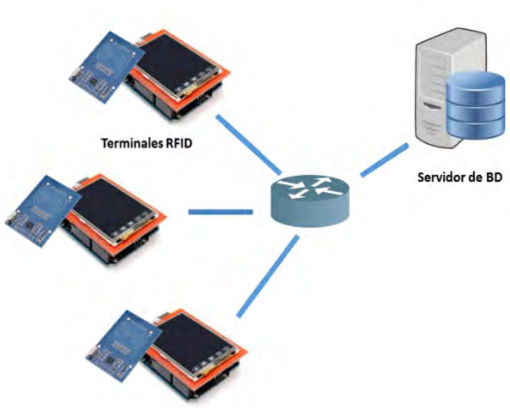


Figura 1. Arquitectura Cliente-Servidor para el sistema propuesto

A. Módulo de conexión WiFi

Para establecer procesos de comunicación entre el terminal RFID y el servidor Web mediante protocolo TCP/IP, se incorporó un módulo de comunicación inalámbrica, el cual permite tener acceso a la Base de datos a través de la red WiFi, facilitando aspectos de movilidad, ubicuidad y portabilidad del prototipo desarrollado.

B. Etiquetas RFID

Para el desarrollo del sistema propuesto se consideró el uso de TAGs tipo Mifire Classic, las cuales pueden ser encontradas comercialmente en forma de tarjetas o llaveros con capacidades de almacenamiento de memoria EEPROM de 1Kb y 4Kb. Este tipo de TAG está conformado por dos elementos electrónicos básicamente: un microcontrolador especializado conocido como 'chip' y una antena para la trasmisión-recepción de información a una frecuencia de 13.56 Mhz, acorde con el estándar empleado en los sistemas RFID [1]. En la figura 2 se ilustra la apariencia física de los TAG Mifire disponibles en el mercado. Para el caso particular el modelo de llavero es el utilizado para el proyecto ya que permite adherirlo con mayor facilidad a cada bulto de cacao.



Figura 2. Apariencia de TAGs RFID tipo llavero y módulo de lectura/escritura MFRC522

C. Módulo de lectura/escritura RFID

Para realizar la lectura de cada uno de los TAGs es necesario el uso de un módulo lector RFID, el cual está basado en el circuito integrado MFRC522 de NXP que es un IC especializado en "*comunicación sin contacto*", con capacidad de soportar etiquetas ISO/IEC 14443 A o MIFARE. El módulo incluye una antena para la lectura/escritura junto con toda la arquitectura necesaria para establecer comunicación con los TAGs. En la figura 2 se presenta la apariencia física del módulo MFRC522 el cual será utilizado para la lectura/escritura de los Tag RFID, durante el desarrollo del prototipo.

D. Dispositivo para Interfaz GUI

Como interfaz visual de comunicación entre el usuario, el terminal RFID y el sistema Web, se hizo uso de una pantalla táctil LCD de 2.4", la cual puede ser articulada con la plataforma de control y procesamiento de la información, permitiendo visualizar la información relacionada con el bulto de interés [2]. En la figura 4 se presenta a apariencia física de la pantalla TFT Touch 2.4".



Figura 4. Pantalla TFT Touch 2.4"

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Series de Tiempo

Los pronósticos o predicciones son esenciales en cualquier proceso relacionado con la toma de decisiones. La calidad de los pronósticos está estrechamente relacionada con información que puede ser extraída y analizada a partir de datos históricos [3]. El análisis de series de tiempo es un método cuantitativo utilizado para identificar patrones en los datos que fueron obtenidos durante el tiempo en el cual ha sido objeto de estudio alguna variable en particular[4]. En consecuencia, el análisis de series de tiempo permite administrar la incertidumbre relacionada con los eventos futuros [5].

Una serie temporal se define como una secuencia de *N* observaciones (*ordenadas*) y equidistantes cronológicamente sobre una característica (*Univariante o escalar*) o sobre múltiples características (*Multivariante o Vectorial*) de una unidad observable en diferentes momentos[6]. Su representación matemática es la siguiente:

Serie Univariante

$$Y_1, Y_2, \dots, Y_N;\ [Y_t]_{t=1}^{N};\ (Y_t: t = 1,2,..,N)$$

Donde Y_t es la observación $t\ (1 \leq t \leq N)$ *y* N es el número total de observaciones de la serie.

$$Y_t = [Y_1, Y_2, \dots, Y_N]' \quad de\ orden\ Nx1$$

Serie Multivariante

$$Y_1, Y_2, \dots, Y_N;\ [Y_t]_{t=1}^{N};\ (Y_t: t = 1,2,..,N)$$

Donde,

$$Y_t = [Y_{t1}, Y_{t2}, \dots, Y_{tM}]'\ de\ orden\ NxM\ \ con\ M \geq 2$$

Las series de tiempo hacen referencia a datos estadísticos que se recopilan, observan o registran en forma periódica (diario, semanal, semestral, anual, entre otros), los cuales surgen como producto de la medición de una o más variables durante largos periodos de tiempo.

B. Componentes de la serie de tiempo

Una serie de tiempo puede estar conformada por cuatro tipos de componentes básicos de variación, los cuales, al superponerse describen el comportamiento observado en la variable objeto de análisis. Los cuatro componentes son: *Tendencia secular, variación estacional, variación cíclica y variación irregular* [7] .

- *Tendencia secular:* Este tipo de tendencia surge como resultado de factores a largo plazo, caracterizado por un patrón gradual y consistente de las variaciones de la propia serie, reflejando un crecimiento o atenuación de la misma.
- *Variación estacional:* Este componente de la serie de tiempo representa la variabilidad que puede presentar la variable de interés a lo largo del año, y que pueden estar asociadas a fenómenos relacionados con las estaciones (invierno, verano, otoño y primavera), de allí su nombre.
- *Variación cíclica:* Representan los cambios cíclicos y periódicos que pueden presentar las series de tiempo, alternando incrementos y descensos en torno a la línea de tendencia, la cual se mantiene después de que se han eliminado las variaciones o tendencias estacionales e irregulares.
- *Variación Irregular:* Este tipo de variación corresponde a factores presentes en periodos cortos de tiempo, imprevisibles y no recurrentes que afectan a la serie de tiempo. En otras palabras, describen el componente de variabilidad aleatoria de la serie, el cual es impredecible sobre la serie de tiempo.

C. Modelo de suavización exponencial Holt-Winters

Para el desarrollo del proyecto se consideró el uso del modelo de *Holt-Winters,* el cual permite analizar series de tiempo *univariantes* que contienen factores de tendencia y/o estacionalidad, involucrando un enfoque de suavización exponencial con métodos analíticos y patrones aditivos y multiplicativos. Para el caso particular se consideró el uso del *Modelo Holt-Winters Multiplicativo.* La suavización es el método más utilizado para la difusión. La suavización de forma multiplicativa se fundamenta en el cálculo de cuatro componentes [8]:

- *Serie suavizada exponencialmente o nivel estimado*

$$A_t = \alpha \frac{X_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad \alpha \in (0,1)$$

- *Estimación de Tendencia*

$$T_t = \gamma(A_t - A_{t-1}) + (1-\gamma)\, T_{t-1} \quad \gamma \in (0,1)$$

- *Estimación de estacionalidad*

$$S_t = \delta \frac{X_t}{A_t} + (1-\delta) S_{t-s} \quad \delta \in (0,1)$$

- *Predicción de m periodos en el futuro*

$$\hat{X}_{t+m} = (A_t + mT_t) S_{t+m-s} \quad \delta \in (0,1)$$

Donde,
A_t: Valor de suavización para el nivel de la serie en el periodo *t*
α: Constante de suavización exponencial para nivel
X_t: Valor real de la serie de tiempo en el periodo *t*
T_t: Componente de tendencia de la serie para el periodo *t*
γ: Constante de suavización exponencial para la tendencia
S_t: Componente estacional de la serie para el periodo *t*
S_{t-s}: componente estacional de la serie para el periodo *t-s*
δ: Constante de suavización exponencial para la estacionalidad
s: Longitud de tiempo de la estacionalidad (*s=6 Semestral*)
m: Periodos futuros a predecir
$\hat{X}_{t+m}$: Predicción de Holt-Winters para el periodo *t+m*

D. Estimación de α, γ y δ e indicadores de error del modelo

Los coeficientes de ponderación *α, γ y δ* se estiman estableciendo valores iniciales y posteriormente mediante un proceso de optimización iterativo se van modificando hasta alcanzar un ajuste adecuado [9]. La minimización del Error Cuadrático Medio (MSD) o el Error Estándar de Estimación ($\hat{\sigma}$) son utilizados comúnmente como objetivo de optimización. Estos indicadores sirven para comparar la efectividad del modelo utilizado [6]. La precisión de la predicción es un criterio muy importante para evaluar la validez de la predicción. Por ello, un

análisis del error basado en estas dos medidas estadísticas. Las expresiones para calcular cada uno son las siguientes:

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^{n}\left[Y_t - \hat{Y}_t\right]^2}{n}$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}\left[Y_t - \hat{Y}_t\right]}{n}}$$

E. Análisis de resultados sobre el modelo propuesto

Para la obtención de información histórica relacionada con los valores de temperatura y humedad relativa fueron extraídos de la página https://www.weather-atlas.com/, en la cual se encuentra registrada información histórica detallada relacionada con el comportamiento de la *temperatura, la humedad relativa, el nivel de precipitación y los niveles de intensidad del sol* durante el año y de manera específica para cada municipios de interés a nivel *Nacional o Internacional*.

Tabla 1. Temperaturas promedio por mes año 2020

Mes	Girón	F/blanca	San Vicente del Chucuri	Landázuri	Rionegro
Ene	26.7	24.7	29.8	26.7	24
Feb	27.1	25.3	30.5	27.7	23.9
Mar	26.3	24.1	29.4	26.2	23.4
Abr	25.1	23.3	28.6	26.6	23.2
May	24.8	22.8	28.3	26.4	23.3
Jun	25	23.2	28.3	26	24.3
Jul	25.2	23.3	28.8	26.6	24.7
Ago	25.2	23.3	29	26.6	25.2
Sep	25	22.9	28.6	28	24.9
Oct	24.5	22.5	27.9	27.6	22.8
Nov	24.4	22.4	27.6	27.2	22.1
Dic	25.5	23.5	28.5	26.4	23.2

Tabla 2. Humedad Relativa promedio por mes año 2020

Mes	Girón	F/blanca	San Vicente del Chucuri	Landázuri	Rionegro
Ene	66	69	68	82	81
Feb	66	68	67	84	83
Mar	74	76	74	87	84
Abr	80	82	79	89	85
May	82	84	81	87	84
Jun	80	82	80	83	78
Jul	78	80	77	80	75
Ago	79	81	78	77	74
Sep	80	82	79	79	76
Oct	82	84	81	87	85
Nov	82	84	82	91	88
Dic	74	75	76	85	84

Para el caso particular, se obtuvo la información relacionada con los municipios más importantes en el cultivo del cacao en Santander entre los cuales se encuentran: *San Vicente de Chucurí, Landázuri y Rionegro*. Adicionalmente se consideraron los municipios de *Floridablanca y Girón*, teniendo en cuenta que en éstos dos municipios se encuentran bodegas de almacenamientos y centros de acopio de cacao de *Chocolate Girones y Fedecacao* respectivamente.

En las Tablas 1 y 2 se encuentra consolidada la información correspondiente a los valores de temperatura promedio/mes y humedad relativa/mes para cada uno de los municipios, en las cuales se puede observar cómo los niveles de temperatura y humedad relativa van cambiando a lo largo del año, y a su vez cómo estos varían entre cada municipio, generando con ello evidencia de la gran variedad de condiciones climáticas que pueden estar presentes durante los procesos de cultivo, fermentación, secado y almacenamiento; los cuales juegan un papel muy importante en la calidad del cacao y en sus propiedades físicas y organolépticas durante su procesamiento.

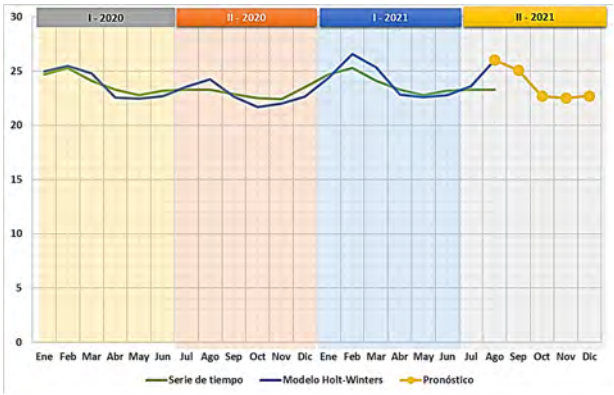


Figura 5. Valores reales, estimados y de predicción sobre la temperatura promedio mensual [°C] 2020-2021

Coeficientes del Modelo de Holt Winters	L	6
	α	1.000
	γ	0.482
	δ	1.000

Coeficiente de Correlación del modelo (R)	0.912743217
Coeficiente de Correlación Ajustado ($R2$)	0.83310018
Error estándar de estimación	0.089450068

Con el fin de evaluar el modelo propuesto de Holt-Winters, el sistema fue alimentado con los datos históricos de temperatura y humedad relativa correspondientes a los años 2020 y lo que ha transcurrido del 2021, los cuales fueron tomados de la página https://www.weather-atlas.com/, específicamente para el municipio de Floridablanca, en el cual se encuentra la fábrica y a su vez bodega de almacenamiento de la empresa Chocolate Girones. Es importante mencionar que en este primer análisis se consideraron valores tomados de un histórico general del municipio y no valores de temperatura, humedad relativa en bodega, debido a que el proyecto se encuentra en etapa de preliminar, acompañado de las restricciones complementarias como resultado del Covid-19. No

obstante, en el futuro se espera que la información pueda ser capturada in-situ, mediante el uso de sensores de humedad y temperatura articulados con el prototipo de IoT.

En las figuras 5 y 6 se describe el comportamiento de la serie de tiempo de la variable objeto de estudio (Temperatura y Humedad), los valores que ha generado el modelo de Holt- Winters y el pronóstico de cada una de ellas para los meses futuros en el presente año.

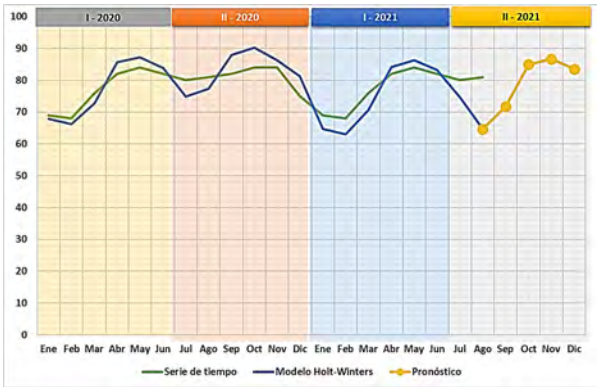


Figura 6. Valores reales, estimados y de predicción sobre la Humedad Relativa promedio mensual [°C] 2020-2021

Coeficiente de Correlación del modelo (*R*)	**0.919506286**
Coeficiente de Correlación Ajustado (R_{aj})	**0.84549181**
Error estándar de estimación	**0.445985661**

Coeficientes del Modelo de Holt Winters	***L***	**6**
	α	**0.995**
	γ	**0.368**
	δ	**1.000**

Acorde con los resultados obtenidos mediante el uso del modelo de Holt-Winters propuesto para cada variable, se puede evidenciar un alto nivel de satisfacción y ajuste frente a los valores de cada serie de tiempo, con un nivel de confianza del 95%, teniendo en cuenta que los coeficientes de correlación (*R*) y el coeficiente de correlación ajustado (R_{aj}) presentan valores superiores a 0,8, acompañado de valores muy bajos correspondientes al error estándar de estimación. Adicionalmente se observa que, en los tres casos el coeficiente de correlación (*R*) es muy cercano a la unidad, en donde un valor de 1,0 corresponderá a una correlación perfecta.Adicionalmente, en cada caso se presentan los valores óptimos calculados para los coeficientes α, γ y δ del modelo propuesto a fin de minimizar el error estándar de estimación. Finalmente se consideró en el modelo un valor de $L=6$ (semestral), teniendo en cuenta que según FEDECACAO, la producción nacional de cacao es permanente a lo largo del año, con dos picos productivos: noviembre-diciembre-enero y abril-mayo-junio[10].

F. Estimación sobre la Temperatura de Punto de Rocío

El *Punto de Rocío,* es la temperatura a la que se debe enfriar el aire (a presión constante) para lograr una humedad relativa (HR) del 100%. En este punto, el aire no puede contener más agua en forma de gas, dando paso al surgimiento de gotas de agua producto de la condensación [11]. Cuanto mayor sea el punto de rocío, mayor será la cantidad de humedad en el aire.
Aunque el valor de la temperatura de punto de rocío tradicionalmente es calculado mediante el uso de tablas de temperatura vs Presión de vapor saturado. Sin embargo, es posible hacer uso de una expresión matemática obtenida de forma empírica, la cual debido a su simplicidad y para efectos prácticos, permite calcular de una manera bastante aproximada, registrando en la Tabla 3 el valor de la *temperatura de punto de rocío* para cada uno de los municipios de interés, mediante el uso de la siguiente expresión [8]:

$$T_{PR} = \left[\sqrt[8]{\left[\frac{HR}{100}\right]}.(112 + 0.9T)\right] + 0.1T - 112$$

Donde,
T_{PR}: Temperatura de punto de rocío
T: Temperatura
HR: Humedad Relativa.

Tabla 3. Temperatura estimada de Punto de Rocío promedio mensual [°C] 2020

Mes	Girón	F/blanca	San Vicente del Chucurí	Landazuri	Rionegro
Ene	19.8	18.6	23.3	23.4	20.5
Feb	20.2	19	23.7	24.7	20.8
Mar	21.3	19.6	24.3	23.9	20.5
Abr	21.4	20	24.6	24.6	20.5
May	21.5	19.9	24.7	24.1	20.4
Jun	21.3	19.9	24.5	22.9	20.2
Jul	21.1	19.6	24.4	22.9	20
Ago	21.3	19.8	24.8	22.2	20.2
Sep	21.3	19.7	24.6	24	20.4
Oct	21.2	19.6	24.3	25.2	20.1
Nov	21.1	19.6	24.2	25.6	20
Dic	20.5	18.8	23.9	23.7	20.3

III. CONCLUSIONES

El objetivo fundamental de las series de tiempo es el conocimiento sobre el comportamiento de la variable objeto de estudio a lo largo del tiempo, en donde bajo esta premisa y considerando que no se realizarán cambios significativos en el sistema, realizar predicciones en el corto, mediano y largo plazo. Ante esta situación se propuso el modelo de Holt-Winters como estrategia para el análisis y predicción sobre el comportamiento de variables como la Temperatura, la Humedad Relativa y la Temperatura de punto de rocío, las cuales juegan un papel muy importante en el control de calidad del grano de cacao durante el proceso de almacenamiento, a fin de minimizar el surgimiento de moho y hongos debido a los

cambios en las condiciones del ambiente y al comportamiento del grano de cacao como alimento higroscópico. Acorde con los resultados obtenidos se pudo evidenciar que el modelo de Holt-Winters propuesto puede ser considerado como una herramienta de predicción muy importante durante el proceso de trazabilidad del cacao, alcanzando niveles de ajuste superiores a 0,8, acompañados de un muy bajo error estándar de estimación y con un nivel de confianza del 95%, facilitando con ello, la identificación de patrones de conducta de cada variable y a su vez realizar predicciones con adecuados niveles de exactitud, los cuales dependerán de si la variable presenta un comportamiento determinista o un comportamiento aleatorio. Finalmente, el uso de la tecnología RFID puede ser considerada como una excelente alternativa a la hora de desarrollar sistemas basados en Cloud-Computing para la gestión de información en el ámbito agroindustrial.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación ha sido desarrollado por el grupo de Investigación DAVINCI, con el apoyo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y de la Empresa Chocolate Gironés.

REFERENCIAS

[1] A. Gibbs and E. González, "Implementación de un sistema de control de entrada y salida empleando el módulo de lectura RFID con la tecnología Arduino," *Rev. Iniciación Científica*, 2017, Accessed: Feb. 22, 2017. [Online]. Available: http://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1245.

[2] C. Tan, W. Sun, S. Lu, and C. Kuo, "P-167: A Simple Architecture for Fully Integrated 2.4 ″Poly-Si TFT-LCD," *Symp. Dig. ...*, 2005, Accessed: Feb. 22, 2017. [Online]. Available: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1889/1.2036440/full.

[3] A. Germán, C. Tauro, V. Andreo, I. Bernasconi, and A. Ferral, "Análisis de una serie temporal de clorofila-a a partir de imágenes MODIS de un embalse eutrófico," *2016 IEEE Bienn. Congr. Argentina, ARGENCON 2016*, pp. 697–704, Oct. 2016, doi: 10.1109/ARGENCON.2016.7585365.

[4] M. J. Lambert, X. Blaes, P. S. Traore, and P. Defourny, "Estimate yield at parcel level from S2 time serie in sub-Saharan smallholder farming systems," *2017 9th Int. Work. Anal. Multitemporal Remote Sens. Images, MultiTemp 2017*, Sep. 2017, doi: 10.1109/MULTI-TEMP.2017.8035204.

[5] J. Wu and Y. He, "Prediction of GDP in Time Series Data Based on Neural Network Model," pp. 20–23, Jun. 2021, doi: 10.1109/AIID51893.2021.9456509.

[6] D. Yang, H. Chen, Y. Song, and Z. Gong, "Granger Causality for Multivariate Time Series Classification," *Proc. - 2017 IEEE Int. Conf. Big Knowledge, ICBK 2017*, pp. 103–110, Aug. 2017, doi: 10.1109/ICBK.2017.36.

[7] W. W. S. Wei, *Time Series Analysis*. Oxford University Press, 2013.

[8] A. Cernaianu, C. Cernaianu, D. Popescu, and D. Tutunea, "Studies on the cooling systems for the production of electricity through Seebeck effect with TEG elements," Nov. 2018, doi: 10.1109/ICATE.2018.8551444.

[9] D. L. (Donna L. . Hudson and M. E. (Maurice E. . Cohen, *Neural networks and artificial intelligence for biomedical engineering*. 2016.

[10] Fedecacao, "Cadena Productiva del Cacao: Diagnóstico de libre competencia," Bogotá, 2020.

[11] M. Mejdal, A. Abouhilal, E. H. Chahid, and A. Malaoui, "Effects of temperature in the performance of the thermoelectric devises: Power generation," in *Proceedings of 2016 International Renewable and Sustainable Energy Conference, IRSEC 2016*, Jul. 2017, pp. 338–343, doi: 10.1109/IRSEC.2016.7984011.

[12] M. S. Kemal, R. L. Olsen, and H.-P. Schwefel, "Optimized Scheduling of Smart Meter Data Access for Real-Time Voltage Quality Monitoring," in *2018 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC Workshops)*, May 2018, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICCW.2018.8403786.

Diseño y simulación de un sistema IoT destinado a la producción avícola del municipio de Gachetá

Francisco J. Hilarión Novoa
Edgar A. Bojacá Garavito
Ingeniería de sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD,
Colombia
francisco.hilarion@unad.edu.co
edgar.bojaca@unad.edu.co

Resumen - Los avicultores del municipio de Gachetá, Cundinamarca, Colombia, manifiestan pérdidas en el negocio de crianza/engorde de pollo. Tras realizar un proceso de caracterización se encuentra como principales causas las frecuentes interrupciones en el servicio de energía, variación de temperatura y la escasa mano de obra rural, muchos jóvenes se desplazan a la ciudad y abandonan sus labores de producción. Ante la demanda alimentaria se hace necesario buscar opciones para generar inversión en el municipio con el fin de reactivar el comercio avícola, lo que permitirá la inclusión del desarrollo tecnológico dentro del proceso de crianza/engorde avícola, de allí la necesidad de generar una solución interdisciplinar (electrónica-telecomunicaciones-redes y sistemas) para diseñar, simular e implementar en laboratorio computacional un sistema automatizado para producción avícola, alimentado con energía solar fotovoltaica, que permita mejorar los índices de producción y reducir los costos y necesidades de mano de obra.

Palabras clave— automatización, avícola, control, desarrollo web, Internet de las cosas, optimización de producción.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

DETERMINAR LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA A AUTOMATIZAR

Tras la validación del equipo investigador se han determinado las siguientes condiciones del sistema a automatizar:

A. Ventilación – Calidad del aire.

Es importante que los pollos siempre tengan niveles adecuados de oxígeno y mínimos niveles de CO_2, CO, NH_3 y polvo, ya que su calidad incidirá en forma directa en el proceso de crianza y engorde lo contrario traerá como consecuencia elevados niveles de amoniaco, dióxido de carbono y humedad, que a su vez pueden desencadenar ascitis y enfermedades crónicas del tracto respiratorio de los pollos dentro del galpón lo que se traduce en pérdidas económicas.[1]

B. Manejo por semana

Dentro del galpón se deben garantizar elementos fundamentales y básicos que garanticen un producto de calidad, dando un manejo específico por semana.

1. Primera semana

Revisar la temperatura diariamente, esta debe oscilar entre 30 a 32 ºC [2], suministrar en el agua de bebida suero casero supervisado con sensores y electroválvulas. Suministrar la totalidad de alimento diaria sobre las bandejas racionalmente (varias veces al día),

2. Segunda semana

La temperatura que se manejará dentro de esta semana será de 26 a 28 ºC, Cuadrar densidad y alturas de bebederos y comederos, los bebederos a la altura de la espalda y los comederos a la altura de la pechuga. Nivelar los bebederos automáticos a la altura de la pechuga., Realizar el pesaje semanal e ingresar la información en una base de datos para ver la trazabilidad de la crianza y engorde.

3. Tercera semana

La temperatura debe estar entre 20 y 24 ºC, nivelar los bebederos automáticos a la altura de la pechuga [2] Se llenan los comederos de concentrado el sistema supervisara la cantidad de comida y acorde a ello genera el suministro de forma automática.

4. Cuarta semana a séptima.

Verificar temperatura ambiente diariamente. Realizar el pesaje 2 veces por semana e ingresar la información en una base de datos para ver la trazabilidad de la crianza y engorde.

C. Requerimientos para automatizar

Por lo anterior se puede determinar que el sistema a automatizar debe responder a los siguientes requerimientos:

- Control de amoniaco dentro del galpón.
- Control de temperatura de acuerdo a cada semana.
- Control de calidad del agua y suministro de alimento.
- Base de datos para registro del pesaje semanal.
- Control de iluminación.
- Análisis estadístico del consumo de alimentos.
- Base de datos para registrar la mortalidad del animal por enfermedad o sacrificio.
- Sistema de desinfección con luz ultravioleta, o similares.

DIAGRAMA DE BLOQUES Y ALGORITMOS

Teniendo en cuenta las variables que se han definido para automatizar dentro del diseño y simulación del sistema automatizado para producción avícola alimentado con energía solar fotovoltaica se han definido los siguientes procesos.

A. Diagrama de bloques: Sistema de información y control



Figura. 1. Diagrama de bloques, sistema de información y control.

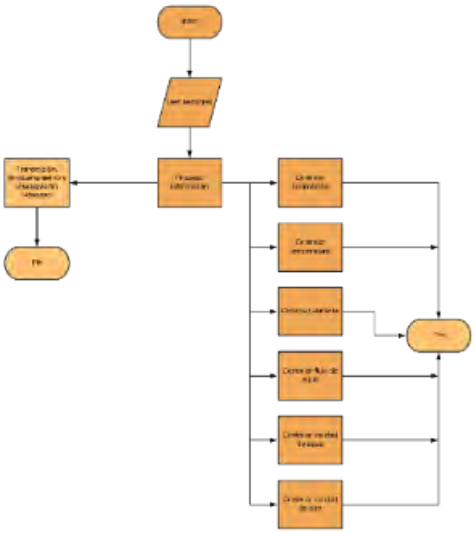


Figura 2. Algoritmo sistema de información y control.

B. Control de amoniaco

El proceso de control de amoniaco se encarga de validar la calidad del aire. El MQ-135 es un sensor de gases peligrosos utilizado para el control de la calidad del aire y es adecuado para la detección de NH_3 (amoníaco), NOx, alcohol, benceno, humo, CO_2, por ello se seleccionó para realizar las mediciones

C. Control de temperatura

El proceso de supervisión de temperatura se realiza utilizando el sensor DTH11, el cual genera una señal digital que ingresa a la tarjeta Arduino para el control

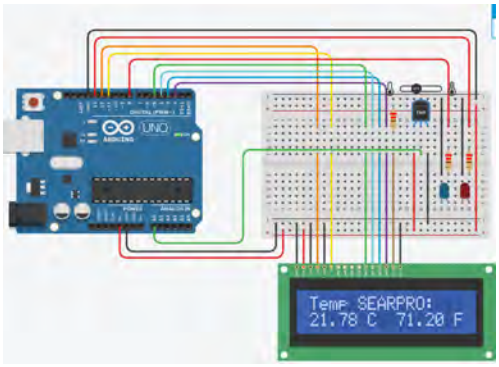


Figura 3. Monitoreo de temperatura con pantalla LCD.

D. Suministro de alimento y agua.

Básicamente tras realizar el proceso de verificación por parte de los sensores se procesa la información, la cual es almacenada en base de datos del servidor y a su vez se genera el proceso de activación de actuadores que suministran el alimento o agua [3].



Figura. 4. Diagramas de bloques suministro de alimento y agua.

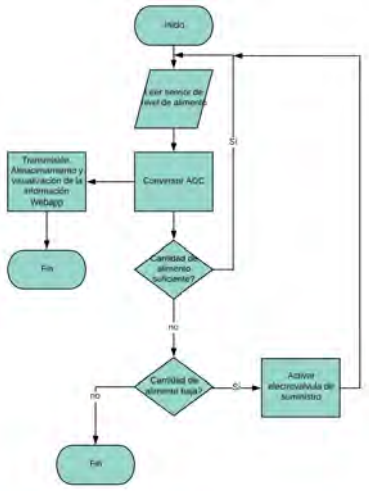


Figura 5. Diagramas suministro de alimento.

E. Control de iluminación

El control de la iluminación permitirá un mayor desarrollo del animal en menor tiempo, lo anterior debido a que esto motiva al animal a comer con mayor frecuencia.

PLATAFORMA INTERNET DE LAS COSAS

La sensórica del prototipo está soportada en sensores de temperatura y humedad relativa, que entregan los datos en forma digital, la adquisición y procesamiento de datos se constituye en tarjetas de desarrollo Arduino y NodeMCU, el desarrollo web integra PHP del lado del servidor, MySQL como sistema de gestión de bases de datos y CSS, HTML, Bootstrap, del lado del cliente como lenguajes que permiten la visualización de los datos y la interfaz entre el usuario y el sistema.

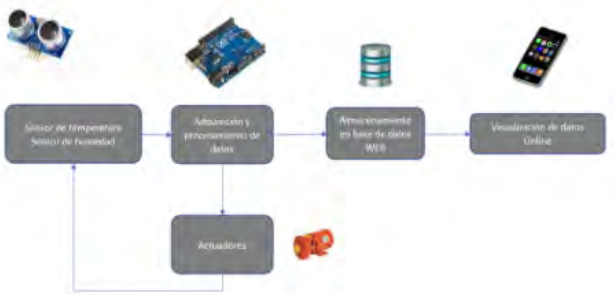


Figura 6. Diagrama de bloques sistema.

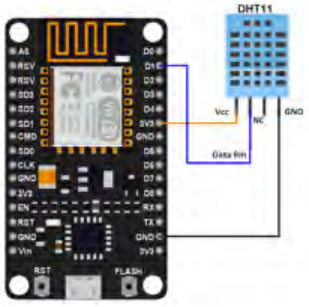


Figura 7. Conexión Node MCU y sensor.

ADQUISICIÓN DE DATOS

En este caso puntual se hace uso del sensor DHT11, el cual permite una lectura de temperatura y humedad relativa de forma digital, precisa y segura, lista para que se pueda interpretar con un microcontrolador y generar acciones de control, almacenamiento o comunicación con otros módulos y sistemas [4].

Procesamiento de datos

En este caso particular se elige un microcontrolador destinado a Internet de las cosas, básicamente es una tarjeta de desarrollo con base en un NodeMCU que integra un módulo ESP8266 para comunicaciones Wifi, tiene memoria RAM, memoria ROM, puertos de entrada/salida y es de fácil manejo, ya que se puede alimentar con 5VDC y anclar a una placa de prototipos [5].

Gestión de datos.

La herramienta de modelado de datos conocida como entidad relación, permite mostrar las entidades más relevantes de un conjunto de datos, sus interrelaciones y propiedades específicas.

Para generar el almacenamiento de los registros que provienen del sistema telemétrico se emplea el lenguaje PHP orientado a objetos que permite integrar consultas de MySQL.

Interfaz web

Mediante el Framework de diseño web se ha realizado una interfaz responsiva, atributo muy importante a la hora de trabajar desde dispositivos móviles, esta interfaz muestra al usuario 4 módulos denominados: reportes, control, administración y seguridad.



Figura 8. Interfaz de usuario aplicativo web.

El módulo de reportes se encarga de mostrar información y gráficos acerca de las variables temperatura y humedad relativa monitoreadas remotamente. En cuanto al módulo de control, este se encarga de permitir que el usuario pueda ejercer acciones de control ON/OFF sobre actuadores de forma remota, tales como electroválvulas de control de fluidos y solenoides para control de alimentos sólidos que serán de gran ayuda y un respaldo de emergencia en caso de fallos del sistema automatizado de producción avícola. En cuanto al módulo de administración, desde allí es posible crear la base de datos y las tablas de forma automática sin necesidad que el usuario posea conocimientos en MySQL, además permite generar reportes en PDF sobre los valores de las variables monitoreadas. El módulo de seguridad básicamente permite establecer controles de acceso a la información y una posible asignación de roles para ciertos usuarios en cuanto el aplicativo sea más robusto.

Visualización de datos

La visualización de datos en el aplicativo web permite que el usuario seleccione entre un informe de valores de las variables monitoreadas, así como la posibilidad de generar un gráfico que represente el comportamiento dinámico en el tiempo de dichas variables adquiridas mediante la telemetría implementada Para visualizar los datos se implementa una consulta SQL automatizada sobre el lenguaje PHP, allí se selecciona los datos a mostrar, la tabla donde se alojan, los registros y su posterior despliegue sobre la interfaz. Para la visualización de los gráficos se emplea la librería "Highcharts" basada en lenguajes web del lado del cliente como HTML, CSS y JavaScript ,que trabajando junto a consultas SQL permite recolectar la información, crear el gráfico y visualizar su comportamiento dinámico en el tiempo. Esta librería tiene diversas funciones, entre ellas conexión a base de datos, desconexión de base de datos, manejo de arreglos multidimensionales, consultas, y permite adaptar el tiempo para el trazo de la gráfica [6].



Figura 9. Gráfico de variables web.

CONTROL REMOTO DE VARIABLES

Controlar remotamente actuadores, es una tarea que requiere integrar varias disciplinas como las telecomunicaciones, la electrónica de control, electrónica de potencia, los microcontroladores, la programación móvil y la programación web. En este caso se hace énfasis en la programación web mas no en la programación móvil, ya que es un proyecto enfocado al ambiente web, controlando temperatura, nivel de agua y nivel de alimento así como la humedad

Es así como se implementa un control remoto con base en HTML para la parte gráfica y de formularios y PHP como lenguaje de procesamiento de datos [7].



Figura 10. Módulo de control web.

Para el caso de este proyecto la electrónica de potencia consta de un optoacoplador y un relevador, y los actuadores están representados por una lámpara LED de 120 VAC. El manejo de la potencia es de fácil adaptación a los solenoides y electroválvulas [8].

SIMULACIÓN DE LA RED EN PACKET TRACER

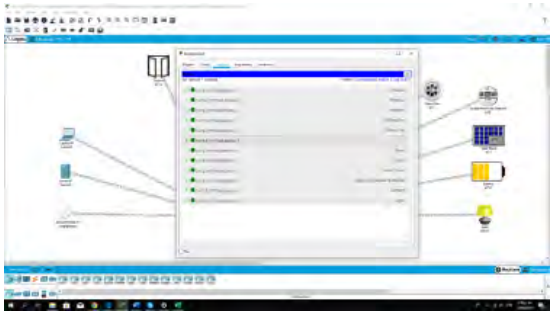


Figura 11. Control IoT de dispositivos y sensores.

Control de elementos como la seguridad de la puerta, la apertura del flujo del agua, los vatios generados por el panel solar, el nivel de la batería y el control de la iluminación se muestran en el dispositivo móvil una vez almacenados en el servidor, con el fin de realizar controles manuales desde el celular, se aclara que estos procesos también van a ser automatizados.

I. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras verificar los procesos realizados se encuentra que Arduino permite comportarse como una excelente interfaz de comunicación entre los sensores y el servidor IoT, se generan desarrollos propios del equipo investigador, los cuales dan respuesta efectiva a las necesidades dentro del proceso de producción avícola, sin embargo es necesario reforzar los sistemas con medidas adicionales que lo aíslen de factores como la humedad por exceso de agua, desechos de los animales, entre otros factores para los cuales no fueron diseñados.

Almacenar la información del ciclo de producción en bases de datos permite generar históricos de crecimiento de las aves, así como su mortalidad. Por lo anterior se pueden definir estrategias destinadas al mejoramiento de la crianza de los animales, lo anterior requiere del acompañamiento de profesionales en el área de zootecnia y veterinaria, quienes con su experiencia aportan significativamente a una futura mejora del sistema automatizado, enfocándolo en el confort del animal, lo que deriva procesos más rentables.
Se realiza un proceso de simulación efectivo con la utilización de IPv4, los procesos de implementación posiblemente requieran de configuración IPv6,

II. CONCLUSIONES

El desarrollo web es clave cuando se integra al Internet de las cosas ya que permite administrar datos, procesar información, visualizar reportes y ser interfaz de control desde dispositivos móviles.

Para realizar un desarrollo web responsivo se hace necesario integrar diversos lenguajes de programación, tanto del lado del cliente como del lado del servidor, siendo ellos PHP, SQL, JavaScript, HTML, CSS y algún Framework de diseño web como Bootstrap.

Al realizar un monitoreo permanente del comportamiento de variables dentro del galpón se pueden realizan acciones correctivas de forma

automática con el fin de optimizar el tiempo y mejorar los índices de ganancia con respecto al producto avícola.

Almacenar la información del proceso de producción permite generar un análisis de las condiciones reales del proceso, lo anterior permitirá tomar decisiones acertadas para futuras inversiones y asegurar el éxito del negocio.

Implementando el uso de energía solar se garantiza la continuidad del proceso, lo que permitirá reducir el tiempo de producción y mejorar los ingresos, lo anterior dependerá del uso adecuado y responsable de la tecnología y de que su implementación corresponda a los parámetros de diseño establecidos.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a los avicultores del municipio de gacheta por aportar con su experiencia en la detección de requisitos funcionales y no funcionales para el diseño del sistema de monitoreo de variables dentro del galpón.

Agradecimiento a los diferentes autores citados para el desarrollo de este proceso ya que con su aporte han permitido la apropiación y construcción del conocimiento.

Agradecimiento a docentes y estudiantes del semillero SEARPRO UNAD ya que con sus aportes han permitido el diseño y simulación de una plataforma la cual puede ser implementada en diferentes áreas del sector agropecuario.

REFERENCIAS

[1] O. Marcelo Ariel, Lombi; Agustín, "Aplicación de energías sustentables a la crianza de pollos," Universidad Argentina de la Empresa, 2013.

[2] WILLIAM OJEDA MORON, "CURSO POLLO DE ENGORDE: VER MANUAL," *CENTRO AGRO EMPRESARIAL Y MINERO DE BOLIVAR*, 2012. http://pollosantacoa.blogspot.com/p/manaul-practico-de-pollos.html.

[3] M. M. Estrada and S. M. Márquez, "Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde," *Rev. Colomb. Ciencias Pecu.*, vol. 18, no. 3, pp. 246–257, 2005.

[4] N. Tianlong, "Application of Single Bus Sensor DHT11 in Temperature Humidity Measure and Control System [J]," *Microcontrollers Embed. Syst.*, vol. 6, p. 26, 2010, [Online]. Available: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-DPJY201006026.htm.

[5] A. C. Bento, "IoT: NodeMCU 12e X Arduino Uno, Results of an experimental and comparative survey," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Manag. Stud.*, vol. 6, no. 1, 2018, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/326741893_IoT_NodeMCU_12e_X_Arduino_Uno_Results_of_an_experimental_and_comparative_survey.

[6] J. R. P. Ruíz, J. L. Bustos, M. C. D. I. R. Caraveo, and Á. D. M. González, "Implementación y adaptación de las librerías de HighCharts para mediciones del viento utilizando software libre," 2014.

[7] S. de Prado, "Sistema de control domótico basado en WiFi," 2017.

[8] M. H. Rashid, *Electrónica de potencia: circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Madrid: Pearson Educación, 2004.

EJE TEMÁTICO 2

Responsabilidad social, industrial y sustentable

Determinación de métodos de BPM como trabajo de grado en la optimización de la gestión gerencial en telemonitoreo en equipos de ResMed

Sandra Milena Mora
Estudiante Maestría en Gerencia de Proyectos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia,
Colombia
smmoracas@unad.edu.co

Edward Toro
Doctorado en ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia,
Colombia
Edward.toro@unad.edu.co

Resumen - El presente documento, tiene como propósito mostrar los métodos adecuados para el desarrollo de gestión de proyectos del trabajo de grado de la Maestría en Gerencia de Proyectos (MGP), que consiste en la optimización de la gestión gerencial con BPM en telemonitoreo de usuarios en equipos serie 10 de ResMed en Colombia. La problemática se centra en la inexistencia de técnicas y métodos en gestión de la optimización de procesos de salud. El objetivo principal busca determinar los métodos adecuados para delimitar el trabajo de grado de la MGP; mediante el análisis del marco de referencia basado en BPM**.** La metodología aplicada fue la siguiente: primero se diagnosticaron las dificultades y amenazas de los procesos del telemonitoreo existentes; posterior se analizaron las técnicas y herramientas de BPM, mediante el desarrollo del marco de referencia; después con análisis del marco histórico y estado del arte, se seleccionaron las herramientas más adecuadas para la optimización de cada una de las etapas de atención a pacientes con telemonitoreo.

La compañía ResMed, dedicada a la fabricación de dispositivos terapéuticos en el manejo de disturbios respiratorios del sueño y ventiladores tiene la problemática descrita anteriormente y debe afrontar un reto, en el cual la necesidad de optimización de la gestión gerencial de los procesos de Telemonitoreo busca optimizar aspectos vinculados al registro, que maximicen el acceso y garanticen el uso y acceso adecuado a todos los dispositivos telemonitorizados, por lo cual la implementación de estrategias de gestión gerencial, basadas en BPM permiten ser una herramientas para optimizar el proceso.

Palabras clave— Gestión de procesos de negocio; herramientas de gestión de proceso; Telemonitoreo; BPM.

I. PROBLEMÁTICA

El problema fundamental se centra en la inexistencia de técnicas y métodos en gestión gerencial para la optimización de procesos de salud que permitan utilizar de forma eficiente las herramientas tecnológicas disponibles, haciendo que en éste caso el acceso a la información de telemonitoreo de ResMed, requiera un doble proceso de registro que permita vincular los dispositivos a las dos plataformas existentes para la compañía. Esto genera perdida de información y deterioro en los resultados clínicos de los pacientes que son usuarios de esta tecnología, que de acuerdo a elHospital.com (2020) [1], pueden ser cercanos a los 12.000 pacientes nuevos cada año.

I.I OBJETIVO

Determinar los métodos adecuados para delimitar el trabajo de grado de la MGP; mediante el análisis del marco de referencia basado en BPM**.**

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar los métodos de BPM ajustados a esta necesidad, se plantea el desarrollo de un proceso de investigación NO experimental, transeccional, descriptivo que permita describir y analizar las variables existentes para el desarrollo y solución de la problemática descrita. De forma inicial se realizó un análisis diagnóstico de la situación actual de telemonitoreo de ResMed a partir de la verificación de equipos registrados en las dos plataformas disponibles, encontrando un bajo registro en una de las plataformas de la compañía. Posteriormente, se procedió a desarrollar el marco referencial, analizando las herramientas existentes de la metodología BPM, para evaluar cuales de ellas podían ajustarse a la problemática de telemonitoreo de ResMed, encontrando que las siguientes son las más adecuadas:

Técnica de Diagrama de Flujo: Esta técnica es una forma de visualización de procesos a través de diagramas de flujo que permite encontrar de forma sencilla, ineficiencias o cuellos de botella, lo que permite detectar de forma rápida las mejoras que pueden ser requeridas. El diagrama de flujo es muy útil principalmente cuando se requiere evaluar procesos que necesitan un alto nivel de detalle [2]. Para el desarrollo del diagrama los símbolos no pueden ser seleccionados al azar, estos son determinados por instituciones internacionales que indican cuales son los símbolos que representan cada elemento [3]. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de diagrama de flujo en el cual se esquematizan los pasos requeridos para el desarrollo de un proceso de ventas, mostrando cada aspecto desde que se recibe la orden por el cliente hasta el envío de la mercancía o producto solicitado, sin embargo; esta técnica puede ser aplicable a cualquier sector, tal y como lo muestra Bimbela (2017) quien la empleó para dar solución a un problema de salud [4].

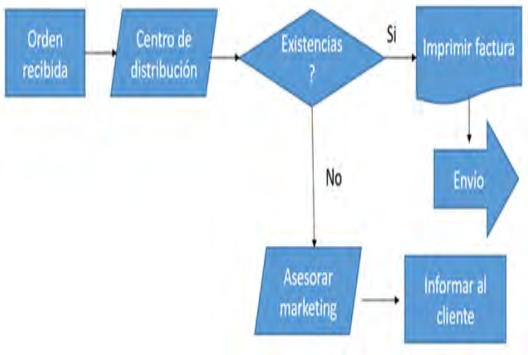


Figura 1. Diagrama de flujo aplicado a un proceso de ventas

Diagrama de Gantt: El Diagrama de Gantt es una representación mediante un eje de coordinadas en el cual, en el eje de las abcisas se ubica el tiempo el cual puede expresarse en minutos, horas, días, semanas o cualquier unidad de medición de tiempo y en el eje de las ordenadas se colocan las actividades que se deben desarrollar (Ver figura 2). Como método general se propone el desarrollo inicial de una lista de todas las actividades, calcular los tiempos de ejecución de cada actividad y su secuencia, estimar los costos asociados y los tiempos de ejecución, lo que permitirá el desarrollo del diagrama, el cual se propone en un calendario o cronograma mediante el uso de un diagrama de barras [5]

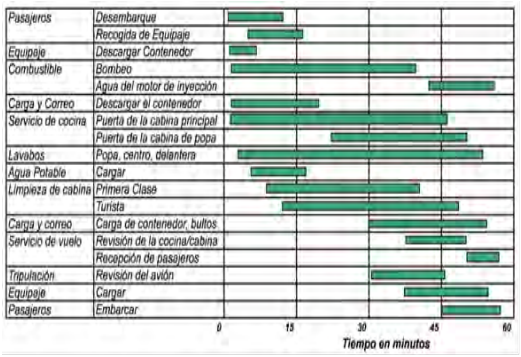


Figura 2. Diagrama de Gantt aplicado en un proceso de vuelo en avión

Técnica de flujo de trabajo: El flujo de trabajo es una técnica ampliamente utilizada, de acuerdo a Aguilar-Saven (2004), es un método que permite analizar y mejorar un proceso, incluido el modelado del mismo y permite capturar información relevante de los procesos

No hay una notación única para el flujo de trabajo, ya que existen diferentes lenguajes para este uso, que tienen como objetivo describir y especificar el flujo de trabajo y cada uno utiliza su propia notación. En la Figura 3, se presenta un ejemplo de flujo de trabajo en el cual se busca realizar la priorización de procesos de negocio.



Figura 3. Técnica de flujo de trabajo aplicada a priorización de procesos de negocio

En una fase posterior del proceso, se realizará la aplicación de estas herramientas gerenciales para optimizar el proceso de telemonitoreo de ResMed y se desarrollará un proceso de investigación tipo cualitativo con el cual se busca generar un documento guía que sirva para la situación de la compañía en mención o para empresas en condiciones similares.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del proceso de gestión organizacional, es posible implementar diversas metodologías que buscan generar la mejora continua dentro de los procesos y la actividad desarrollada. Actualmente existen diversas metodologías encaminadas a este objetivo, sin embargo, algunas de ellas incorporan herramientas que requieren la implementación de softwares especializados y procesos de conocimiento y entrenamiento especiales. BPM es una metodología que brinda la posibilidad de incorporar herramientas que son de fácil aprendizaje y consecución. De hecho, muchas de estas herramientas se encuentran disponibles en línea de forma gratuita, lo que permite que cualquier organización pueda emplearlas sin ningún tipo de restricción.

BPM es una metodología que incorpora de forma clara etapas que permiten comprender de forma clara el proceso actual y los requerimientos posteriores que deben desarrollarse para mejorar los procesos. Por tal razón se seleccionó como metodología para mejorar el acceso y registro a las plataformas de telemonitoreo de ResMed, como una opción viable, de fácil consecución y con metas alcanzables.

Teniendo en cuenta la problemática encontrada, se plantea la aplicación de herramientas de gestión gerencial para optimización de tiempo y calidad a partir de las mejores prácticas de Business Process Management (BPM) para el proceso de acceso y registro de las plataformas de telemonitoreo de ResMed, a través de la implementación de diagramas de flujos, diagramas de Gantt y diagramas de flujo de trabajo como herramientas que permitan minimizar los reprocesos y optimizar los tiempos desarrolladas actualmente, dentro del proceso de acceso y registro a la plataforma.

Los diagramas de flujo, permiten evaluar de forma rápida y precisa las principales dificultades de calidad presentes durante el proceso, lo que a su vez facilita la búsqueda de alternativas de mejora. El Diagrama de Gantt, a su vez, permite tener el control de todas las actividades y tiempos requeridos dentro de la ejecución y la Técnica de flujo de trabajo permitirá incorporar al proceso humano el factor relacionado con la automatización desarrollada por las plataformas de telemonitoreo, brindando un ecosistema adecuado de trabajo.

IV. CONCLUSIONES

La aplicación de herramientas definidas de gestión gerencial basadas en la metodología BPM, permite el análisis y mejoramiento de la calidad y los tiempos de procesos que requieren

algún tipo de modificación. La metodología cuenta con múltiples herramientas que pueden ser seleccionadas y adaptadas según las necesidades de cada organización y permiten incorporar procesos desarrollados por software a los procesos manuales ejecutados por personas.

Se concluye que mediante el análisis del marco de referencia basado en BPM**;** los métodos adecuados en el trabajo de grado de la MGP son diagramas de flujos, diagramas de Gantt y diagramas de flujo de trabajo; en la optimización de la gestión gerencial con BPM en telemonitoreo de usuarios en equipos serie 10 de ResMed en Colombia.

REFERENCIAS

[1] elHospital.com. (2020). Recuperado el 31 de Marzo de 2021, de Inversión en capacitación, el reto para enfrentar la apnea del sueño: https://www.elhospital.com/temas/Inversion-en-capacitacion,-el-reto-para-enfrentar-la-apnea-del-sueno+133613?pagina=1

[2] Aguilar-Saven, R. (2004). Business process modelling: Reviewand framework. International Jounal of Production Economics, 90, 129–149. Obtenido de http://secure.com.sg/courses/ICT353/Session_Collateral/TOP_04_ART_03_ARTICLE_AGUILAR_Biz_Proc_Modelling.pdf

[3] Franklin, E. (2009). Procedimientos y procesos. En Organización de empresas (págs. 297-368). México D.F.: Mc Graw Hill. Obtenido de https://www.academia.edu/42923541/7_Procedimientos_y_procesos_OBJETIVOS

[4] Bimbela, M. (Julio de 2017). Diagrama de flujo para prevención secundaria de la obesidad según el origen del problema: P.E.I.C. “Bimbela”. Enfermeria Global, 47, 427-439. Obtenido de https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v16n47/1695-6141-eg-16-47-00427.pdf

[5] Terrazas Pastor, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. 14(28), 7-32. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/4259/425941257002.pdf

Colaboración científica para la innovación: un análisis de las empresas manufactureras en Colombia

Vanessa Pertuz
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
vanessa.pertuz@unad.edu.co

Luis Francisco Miranda
Innovscience Research Group - IVS, Colombia
lmiranda@innovscience.co

Resumen – El objetivo de este estudio consiste en analizar la colaboración de las empresas manufactureras en Colombia con actores del sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, para desarrollar procesos de innovación. El análisis considera el nivel de innovación de la empresa con el fin de determinar la intensidad de la colaboración entre empresas y actores científicos. La investigación se desarrolla a partir de los datos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) en el periodo 2017-2018. Los resultados indican que las empresas manufactureras innovadoras colaboran, con mayor frecuencia, con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), las universidades, las agremiaciones sectoriales y Cámaras de Comercio. No obstante, en términos generales la proporción de empresas que colaboran es bajo. Adicionalmente, la mayor parte de las empresas que establecen colaboración con algún aliado para innovar se clasifican en innovadoras en sentido amplio, es decir, son empresas que introducen alguna innovación disruptiva o incremental internamente o en el mercado nacional.

Palabras clave— colaboración para la innovación, relación inter-organizacional, innovación abierta, Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica, EDIT.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis se desarrolló a partir de los datos de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) en el periodo 2017-2018, desarrollada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística [1] en las empresas manufactureras en Colombia.

El análisis considera la siguiente tipología de empresas en función del nivel de innovación [1]: Innovadoras en sentido estricto (mercado internacional), innovadoras en sentido amplio (mercado nacional o la empresa), potencialmente innovadoras y no innovadoras.

Respecto a la colaboración científica, la encuesta analiza si la empresa tuvo relación con las entidades del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, como apoyo para la realización de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, en la búsqueda de servicios o bienes nuevos o significativamente mejorados, procesos nuevos o significativamente mejorados, métodos organizativos nuevos, o de técnicas de comercialización nuevas. Las opciones de respuesta se plantean de forma dicotómica (si=1 no=2):

Tabla 1. Población de la encuesta EDIT 2017-2018

Tipología de innovación	Frecuencia	Porcentaje
AMPLIA	1561	20,7
ESTRIC	11	,1
INTENC	209	2,8
NOINNO	5470	72,7
POTENC	278	3,7
Total	7529	100,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Departamento Administrativo Nacional de Estadística [1]

Para efectos del presente estudio se clasifican las empresas de acuerdo con su carácter innovador (Tabla 1), con el fin de identificar los aliados más importantes en los procesos de innovación en las empresas manufactureras de Colombia. Específicamente, la investigación incluye un total de 2059 empresas (se excluyen las empresas clasificadas como no innovadoras).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta la frecuencia de colaboración de las empresas manufactureras en Colombia con los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Tabla 2).

Tabla 2. Colaboración entre las empresas manufacturas y actores del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) en Colombia

Actor del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI)	¿Colaboran?					Tipología de innovación de las empresas que colaboran con actores del Sistema de CTeI								
	SI		NO		Total	AMPLIA		ESTRIC		INTENC		POTENC		Total
	n	%	n	%		n	%	n	%	n	%	n	%	
SENA	277	13%	1782	87%	2059	221	80%	8	3%	22	8%	26	9%	277
Universidades	273	13%	1786	87%	2059	230	84%	7	3%	8	3%	28	10%	273
Agremiaciones Sectoriales y Cámaras de Comercio	226	11%	1833	89%	2059	199	88%	7	3%	11	5%	9	4%	226
ICONTEC	214	10%	1845	90%	2059	185	86%	3	1%	13	6%	13	6%	214
PROEXPORT - PROCOLOMBIA	192	9%	1867	91%	2059	165	86%	7	4%	8	4%	12	6%	192
Consultores en Innovación y Desarrollo Tecnológico	176	9%	1883	91%	2059	157	89%	8	5%	3	2%	8	5%	176
Superintendencia de Industria y Comercio	168	8%	1891	92%	2059	137	82%	8	5%	11	7%	12	7%	168
Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS)	155	8%	1904	92%	2059	135	87%	7	5%	6	4%	7	5%	155
Ministerios	128	6%	1931	94%	2059	107	84%	6	5%	4	3%	11	9%	128
BANCOLDEX	104	5%	1955	95%	2059	88	85%	5	5%	4	4%	7	7%	104
Entidades de formación técnica y tecnológica (distintas al SENA)	79	4%	1980	96%	2059	66	84%	5	6%	5	6%	3	4%	79
Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT)	73	4%	1986	96%	2059	62	85%	5	7%	2	3%	4	5%	73
Centros de Investigación Autónomos	43	2%	2016	98%	2059	39	91%	2	5%	0	0%	2	5%	43
Centros Regionales de Productividad	35	2%	2024	98%	2059	27	77%	3	9%	1	3%	4	11%	35
Dirección Nacional de Derechos de Autor	30	1%	2029	99%	2059	28	93%	2	7%	0	0%	0	0%	30
Parques Tecnológicos	27	1%	2032	99%	2059	22	81%	3	11%	0	0%	2	7%	27
Comisiones Regionales de Competitividad	24	1%	2035	99%	2059	18	75%	3	13%	0	0%	3	13%	24
Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT)	18	1%	2041	99%	2059	14	78%	3	17%	0	0%	1	6%	18
Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología (CODECyT)	12	1%	2047	99%	2059	8	67%	4	33%	0	0%	0	0%	12

Fuente: Elaboración propia a partir de Departamento Administrativo Nacional de Estadística [1]

De acuerdo con la Tabla 2, las empresas manufactureras en Colombia colaboran en mayor medida con actores generadores de conocimiento, específicamente el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) (13%) y las universidades (13%). Al respecto, la literatura señala que la

investigación desarrollada por las universidades permite generar nuevos proyectos de investigación y desarrollo, así como contribuir a la finalización de proyectos existentes, mediante diferentes canales como informes, conferencias y reuniones públicas, intercambio informal de información y consultoría [2]. Asimismo, las barreras de innovación vinculadas a los recursos financieros, la tecnología y la demanda del mercado incitan a las empresas a acceder al conocimiento generado en las universidades [3].

Adicionalmente, las alianzas efectivas con universidades son el medio más eficaz para mejorar las capacidades innovadoras de las empresas manufactureras [4], por lo que en los últimos años, se ha evidenciado un crecimiento significativo de colaboraciones universidad-industria [5]–[9].

Además de las fuentes basadas en conocimiento, la mayor frecuencia de colaboración de las empresas manufactureras se establece con las agremiaciones sectoriales y cámaras de comercio (11%), y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) (10%) (Tabla 2). No obstante, los resultados del presente estudio evidencian, en general, una baja intensidad de colaboración entre las empresas y las diferentes entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, para la realización de innovaciones. Al respecto, los análisis previos al ecosistema de innovación en Colombia [10] destacan que las empresas emplean muy pocas fuentes externas para innovar, privilegiando las fuentes internas en el proceso innovador [10]. Adicionalmente, la investigación [11] sobre la innovación abierta y políticas públicas en países en desarrollo, en el caso de Colombia, destaca la necesidad de generar relaciones más profundas entre los actores del ecosistema.

En contraste, la literatura señala la importancia de las redes de colaboración como un facilitador del proceso de desarrollo de ideas [12] y como un motor de la innovación de productos [13] y organizacional [14], [15]. En ese sentido, la adquisición de conocimiento de fuentes externas suele asociarse con un efecto positivo en la innovación empresarial [16]. Adicionalmente, la colaboración corresponde a uno de los factores que promueven la capacidad de innovación en las firmas [17].

De otro lado, de acuerdo con el nivel de innovación, los resultados del estudio validan que la mayor intensidad de colaboración con los diferentes actores de sistema científico y tecnológico corresponde a empresas clasificadas como innovadoras en sentido amplio (Tabla 2). Esta categoría corresponde a empresas que han introducido innovaciones en el mercado nacional o al interior de la firma [1]. Al respecto, la colaboración en el proceso de innovación permite a las empresas superar las limitaciones de recursos y facilitar el desarrollo de innovaciones reduciendo los costos y riesgos asociados [18].

III. CONCLUSIONES

Los actores del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación más representativos en los procesos de colaboración para la innovación en las empresas manufactureras en Colombia son el SENA, las Universidades, las agremiaciones sectoriales y cámaras de comercio, y el ICONTEC. Estos actores concentran la mayor actividad de colaboración en las diferentes tipologías de empresas según el nivel de innovación. No obstante, en general, se presentan bajos niveles de colaboración entre las empresas y los actores del ecosistema científico en los procesos de innovación empresarial en el país. De acuerdo con lo anterior, es necesario fortalecer los mecanismos y estímulos para el desarrollo de la innovación abierta en la estructura empresarial colombiana. En este sentido, el estudio [19] destaca la necesidad de mejorar la comprensión de las universidades y las empresas respecto a las deducciones tributarias para la ciencia, tecnología e innovación, como un mecanismo como fomentar las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el contexto empresarial.

Adicionalmente, las empresas innovadoras en sentido amplio, orientadas a la innovación en el mercado nacional o al interior de la empresa, concentran la mayor intensidad de colaboración científica en el sector de manufactura en Colombia. De acuerdo con lo anterior, futuros estudios podrían profundizar en los facilitadores,

procesos y resultados de la colaboración en función de la actividad innovadora de la firma. Adicionalmente, se sugiere profundizar en el estudio de las barreras que enfrentan las empresas para lograr procesos de cooperación efectivos en el contexto de la innovación.

REFERENCIAS

[1] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, “Metodología General Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria manufacturera - EDIT”, Bogotá, 2019. [En línea]. Disponible en: http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/651/related_materials.

[2] C. Mascarenhas, J. J. Ferreira, y C. Marques, “University-industry cooperation: A systematic literature review and research agenda”, *Sci. Public Policy*, vol. 45, núm. 5, pp. 708–718, 2018, doi: 10.1093/SCIPOL/SCY003.

[3] D. Kanama y K. Nishikawa, “What type of obstacles in innovation activities make firms access university knowledge? An empirical study of the use of university knowledge on innovation outcomes”, *J. Technol. Transf.*, vol. 42, núm. 1, pp. 141–157, 2017, doi: 10.1007/s10961-015-9459-y.

[4] P. L. Chang y W. S. Hsu, “Improving the innovative capabilities of Taiwan’s manufacturing industries with university-industry research partnerships”, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 19, núm. 10, pp. 775–787, 2002, doi: 10.1007/s001700200089.

[5] O. Al-Tabbaa y S. Ankrah, “‘Engineered’ University-Industry Collaboration: A Social Capital Perspective”, *Eur. Manag. Rev.*, vol. 16, núm. 3, pp. 543–565, 2019, doi: 10.1111/emre.12174.

[6] F.-C. Tseng, M.-H. Huang, y D.-Z. Chen, “Factors of university–industry collaboration affecting university innovation performance”, *J. Technol. Transf.*, vol. 45, núm. 2, pp. 560–577, 2020, doi: 10.1007/s10961-018-9656-6.

[7] V. Pertuz, L. F. Miranda, A. Charris-Fontanilla, y L. Pertuz-Peralta, “University-Industry collaboration: a scoping review of success factors”, *Entrep. Sustain. Issues*, vol. 8, núm. 3, pp. 280–290, 2021, doi: http://doi.org/10.9770/jesi.2021.8.3(16).

[8] S. U. Nsanzumuhire y W. Groot, “Context perspective on University-Industry Collaboration processes: A systematic review of literature”, *J. Clean. Prod.*, vol. 258, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120861.

[9] L. F. Miranda y V. Pertuz, “University-Business Collaboration in Engineering: A Bibliographic Coupling Analysis”, en *23rd International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2020*, 2021, vol. 1329, pp. 300–309, doi: 10.1007/978-3-030-68201-9_31.

[10] C. A. Bernal-Torres y S. Frost-González, “Open innovation in Colombian enterprises: Challenge to overcome”, *Rev. Venez. Gerenc.*, vol. 20, núm. 70, pp. 252–267, 2015, [En línea]. Disponible en: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84948779191&partnerID=40&md5=88dfe44cf2c8a4cbcaf927cb81fd373e.

[11] M. L. A. Díaz, F. A. R. Ordoñez, y R. A. T. Muñoz, “Open innovation and public policies in developing countries”, *Int. J. Qual. Res.*, vol. 14, núm. 3, pp. 787–804, 2020, doi: 10.24874/IJQR14.03-09.

[12] A. Delgado Cruz, E. E. Vargas Martínez, F. Rodríguez Torres, y J. M. Montes Hincapié, “Estructura organizacional, capital humano y redes de colaboración: Determinantes de la capacidad de innovación en restaurantes”, *AD-minister*, núm. 32, pp. 5–28, 2018, doi: 10.17230/ad-minister.32.1.

[13] J. C. F. De Arroyabe, N. Arranz, y Y.-A. Kim, “An approach to the cooperation for innovation in the service sector”, *Int. J. Innov. Manag.*, vol. 25, núm. 5, 2021, doi: 10.1142/S1363919621500547.

[14] I. Pouwels y F. Koster, “Inter-organizational cooperation and organizational innovativeness. A comparative study”, *Int. J. Innov. Sci.*, vol. 9, núm. 2, pp. 184–204, 2017, doi: 10.1108/IJIS-01-2017-0003.

[15] C. I. Velez, S. M. Afcha, y M. A. Bustamante, “Cooperación Universidad - Empresa y su efecto sobre el Desempeño Innovador Empresarial”, *Inf. tecnológica*, vol. 30, núm. 1, pp. 159–168, 2019, doi: 10.4067/s0718-07642019000100159.

[16] J. F. Del Carpio Gallegos y F. Miralles, “Impacto de las fuentes externas de conocimiento en la innovación de productos de empresas de baja y media baja intensidad tecnológica”, *Estud. Gerenciales*, vol. 34, núm. 149, pp. 435–444, 2018, doi: 10.18046/j.estger.2018.149.2874.

[17] E. N. Purwanto, E. T. Sule, I. Soemaryani, y Y. Azis, “The roles of knowledge management and cooperation in determining company innovation capability: A literature review”, *Interdiscip. J. Information, Knowledge, Manag.*, vol. 16, pp. 125–145, 2021, doi: 10.28945/4739.

[18] R. M. Pereira, M. L. F. MacLennan, y E. F. Tiago, “Interorganizational cooperation and eco-innovation: a literature review”, *Int. J. Innov. Sci.*, vol. 12, núm. 5, pp. 477–493, 2020, doi: 10.1108/IJIS-01-2020-0008.

[19] J. C. Torres Palacio, J. Barros Padilla, M. C. Villasmil Molero, y C. C. Socorro González, “Tax benefits for science, technology and innovation projects in Colombia ”, *Rev. Ciencias Soc.*, vol. 26, núm. 2, pp. 107–119, 2020, [En línea]. Disponible en: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85087793641&partnerID=40&md5=371ffb689f347c6d98884b532bef1b0b.

Diseño de aplicativo web para la gestión de la producción del clúster metalmecánico Zona Tundama

Nidia Rincón Parra
Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
nidia.rincon@unad.edu.co

Sonia Patricia Garzón Martínez
Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
sonia.garzon@unad.edu.co

Resumen - Este artículo contiene el desarrollo de una aplicación web, resultado obtenido del análisis de madurez de las organizaciones que hacen parte de la línea base del auto clúster, estudio que está enmarcado dentro del macroproyecto "Diseño de herramientas de gestión para la consolidación del clúster metalmecánico, autopartista y carrocero de la provincia del Tundama - Boyacá".

Para el desarrollo de la aplicación web se utilizó la metodología en cascada, donde se ha hecho acopio de información obtenida tanto en el análisis de madurez, como en las mesas de trabajo con los representantes del clúster, donde se van desarrollando cabalmente las fases.

El objetivo primordial es gestionar el proceso de producción entre las empresas que pertenecen al clúster. Y dentro de los resultados esperados se encuentra obtener información relevante y cuantitativa que permitan identificar de primera mano la situación de capacidad de respuesta de cada empresa y del clúster; con miras a poder tomar acciones de apoyo y mejoramiento.

Palabras clave—Aplicación Tecnológica, Gestión, Industria, Innovación, Producción.

I. INTRODUCCION

Las empresas, actualmente necesitan invertir en I+D, ya que son factores muy importantes e influyentes en su competitividad y también en el crecimiento económico de una región. Dentro de ellas esta diseñar nuevas estrategias y métodos de trabajo, donde permitan gestionar de forma eficiente sus procesos operativos y administrativos.

Uno de ellos son las aplicaciones web, donde los usuarios pueden acceder desde cualquier dispositivo, hora y lugar; permitiendo realizar operaciones de forma segura y en tiempo real.

El presente artículo se realizó a partir de los resultados obtenidos del análisis de madurez de las organizaciones que hacen parte de la línea base del auto clúster, análisis que está enmarcado al igual que el desarrollo de la aplicación web dentro del macroproyecto "Diseño de herramientas de gestión para la consolidación del clúster metalmecánico, autopartista y carrocero de la provincia del Tundama".

En el análisis de madurez se encontró que uno de los problemas más significativos, es la diferencia de evolución organizacional que existe entre las empresas que lo integran; aunque existen tres que están en nivel 5, hay 4 que están en nivel 2, evidenciándose así la falta de alineación organizacional y factor tecnológico, vistos como herramientas estratégicas en la buena gestión de cada uno de los integrantes del clúster y del mismo, donde se hace evidente el manejo de indicadores que permitan redireccionar las acciones siempre en la búsqueda de un mejoramiento particular pero colectivo a la vez.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Existen varios tipos de modelos de diseño de software, están las tradicionales y las ágiles.

El objetivo de las tradicionales es: establecer de forma casi que absoluta y estricta los requerimientos y variables a manejar dentro del software, buscando que sea previsible y eficiente, dando gran importancia a predicción de requisitos.

Por su parte el objetivo de las metodologías ágiles es identificar un grupo de rasgos sobresalientes que el software debe ir dando respuesta, realizando retroalimentación y dando paso al mejoramiento del resultado esperado, adecuándose a los cambios a que se tenga lugar.

A continuación, se presentan alguna de las metodologías:

Modelo de Bohem.

Es una estructura que simbolizaba las condiciones de calidad en la primera línea muestra la usabilidad sobre la cual se realizara la evaluación del programa de computador programa de computador, el siguiente nivel suministraba un conjunto de características básicas totalmente autónomos las unas de las otras; estas básicas se armonizaban en grupos de escenarios prioritarios que integraban las tipologías del nivel medio. [1]

Modelo Scrum.

Es muy útil para las PyMES, genera una organización por funciones en la organización, así como pliegos de información y acciones que permiten satisfacer el nivel modelo, con una clara determinación que las organizaciones puedan usarse como punto de inicio en su desarrollo operativo.

La labor se estructura en lapsos cortos, de 15 a 30 días, durante cada lapso el grupo escoge las exigencias que extraen de una lista, de esa forma la acciones ejecutadas al inicio del proyecto son las más valiosas, al final de cada periodo o lapso se logra un software realizable en las condiciones del usuario, no especifica que hacer en cada momento particular, sino que genera un recuadro de experiencias y un cumulo de acciones haciendo todo a la vista y orientando las energías en busca del mejor resultado. [2]

METODOLOGÍA SAFE (SCALED AGILE FRAMEWORK) . Es una metodología para dinamizar la labor y está proyectada a manejarse a tres niveles; nivel de equipo: donde se identifica como interviene cada equipo integrante en el proceso, nivel de programa: en este nivel se alinean los objetivos de la organización con los objetivos del proyecto tecnológico y designa responsabilidades a cada participante, y finalmente nivel de portafolio donde se identifica el objetivo que más puede aportar valor a la empresa y se le da prelación en busca de óptimos efectos. [3]

WATERFALL (CASCADA): se llama así por la ubicación que tienen las partes que componen su desarrollo, pues semejan caer de una fase a la otra haciendo uso de la gravedad.

Es el enfoque metodológico que ordena rigurosamente las etapas del proceso para el desarrollo de software, de tal forma que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la etapa anterior. Al final de cada etapa, el modelo está diseñado para llevar a cabo una revisión final, que se encarga de determinar si el proyecto está listo para avanzar a la siguiente fase. [4].

La aplicación se realiza bajo una metodología en cascada, donde cada proceso a realizar depende del anterior. Según [5], la fase del ciclo de vida incluye: Requisitos, diseño, implementación, verificación y mantenimiento.

Se escoge esta metodología, porque permite tener un bosquejo concentrado en la búsqueda de un producto esperado, con pocos ajustes en su desarrollo, ya que se tiene una clara identificación de los requisitos.

A. Requisitos:

Se revisó la información o el estudio de los requerimientos que necesita la aplicación, en tal sentido se realizó mesas de trabajo con los líderes de algunas organizaciones, y se les indago sobre las dificultades en la gestión de la acción

operativa, el manejo de proveedores en tiempo y calidad de los productos, el manejo de pagos, así como las especificaciones de cada uno de los pedidos o productos a desarrollar, adicionalmente se hizo acopio de los procesos que cuentan con trazabilidad, de tal forma que se logró identificar y asignar la información, en busca de la mayor eficiencia posible.

Para establecer la base de datos de proveedores se hace necesario determinar la línea de productos, utilizando los subsectores al que pertenece cada organización y que está en concordancia con los estratos utilizados para la primera fase la investigación.

En la identificación del problema que pretende solucionar la aplicación Web, es gestionar el proceso de producción entre las empresas que pertenecen al clúster. Donde se encuentran las siguientes necesidades:

Tabla 1. Listado de necesidades del clúster

NECESIDADES	CARACTERISTICAS
Información de las empresas que pertenecen al clúster	Id, nombre empresa, dirección, teléfono, Nombre del contacto, correo electrónico, Modalidad de pago.
Información de los proveedores de las empresas del clúster	Id, nombre empresa, dirección, teléfono, Nombre del contacto, correo electrónico, Modalidad de pago, Línea de producto.
Información de las solicitudes de cotización creadas	Id, Empresa que solicita, fecha en la cual se genera, fecha límite de respuesta
Información de las solicitudes de cotización Declinadas	Id, empresa que declina, fecha y motivo por el cual declina
Información de las cotizaciones generadas y aceptadas	Id, Empresa que cotiza, fecha en la cual se realiza
Información de las ordenes de trabajo	Id, Empresa que toma Orden de trabajo, fecha en la cual se realiza.
Información de los indicadores de gestión	Id, Nombre Indicador

Fuente: Las autoras

B. Diseño:

Se estructuran los datos, detalles procedimentales, y características de la interfaz de usuario.

A continuación, en la tabla 2, se presenta el análisis realizado a las necesidades expuestas en la tabla 1 y que deben ajustarse por medio de la gestión de la producción, para convertirse en las salidas esperadas.

Tabla 2. Análisis de requerimientos, según sistema de información

ENTRADA	PROCESO	SALIDA
Información de las empresas que pertenecen al clúster	Gestión de la producción	Listado de las empresas activas e inactivas del clúster
Información de los proveedores de las empresas del clúster		Listado de los proveedores con los cuales según su especialidad las empresas del clúster pueden realizar contactos
Información de las solicitudes de cotización Aceptadas		Consultar las empresas que crean solicitudes de cotización en tiempos establecidos, lo cual permitirá crear indicadores de capacidad de respuesta, articulación y compromiso
Información de las solicitudes de cotización Declinadas		Consultar las empresas que declinan las solicitudes de cotización y el motivo por el cual lo hace, lo cual permitirá conocer las capacidades del clúster
Información de las cotizaciones		Consultar las empresas que crean cotizaciones, lo cual permitirá crear indicadores de capacidad de respuesta, articulación y compromiso
Información de las ordenes de trabajo		Consultar las empresas que crean Ordenes de Trabajo, lo cual permitirá crear indicadores de capacidad de respuesta, articulación y compromiso
Información de los indicadores de gestión		Consultar la gestión estratégica interna del clúster

Fuente: Las autoras

En el diagrama flujo, las autoras plasman el paso a paso del proceso de solicitudes, cotizaciones y ordenes de trabajo, que debe realizar la aplicación web.

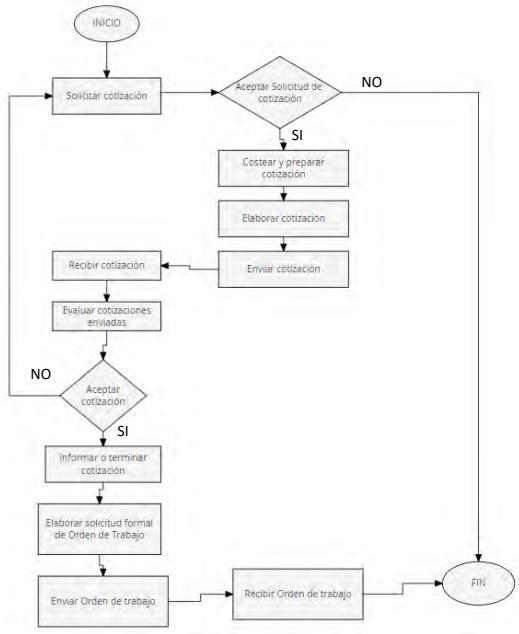


Figura 1. Diagrama de flujo proceso de cotización.

Para que se dé lugar al anterior proceso, intervienen los diferentes actores planteados en la tabla 3.

Tabla N 3. Actores del sistema

ACTOR	FUNCION
Responsable Solicitudes Cotización	Persona encargada de realizar y/o revisar las solicitudes de cotización
Responsable Cotizaciones	Persona encargada de las cotizaciones
Responsable Ordenes de trabajo	Persona encargada de realizar Ordenes de Trabajo
Administrador o responsable del clúster	Persona encargada de responder por la información del sistema y evaluar los indicadores de gestión que genere la aplicación

Fuente: Las autoras

En este detalle procedimental denominado caso de uso, permite identificar las actividades o acciones que cada uno de los actores puede realizar en la aplicación; por ejemplo, el administrador de la aplicación, solo podrá gestionar indicadores, publicar eventos y agregar usuarios.

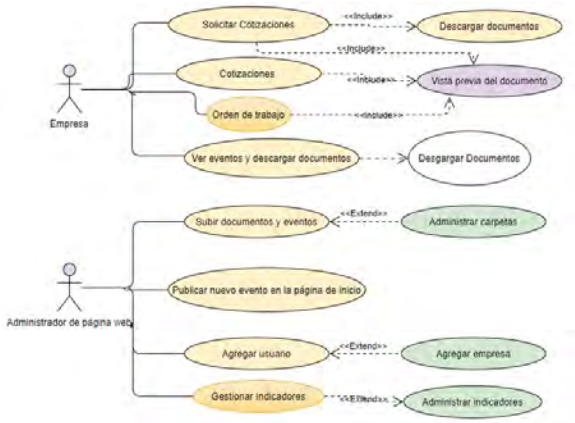


Figura 2. Casos de Uso de la aplicación

C. *Implementación*

Con base a los requisitos y al diseño se realiza la codificación, utilizando Html, que según [6] da formato a los textos de la aplicación web, basado en etiquetas, las cuales tienen funciones específicas.



Figura 3. Líneas de código aplicación

D. *Verificación*

En esta fase se realizan pruebas de la aplicación, interfaz y cumplimiento de los requerimientos. Verificando la obtención de resultados esperados.

En la interfaz de usuario, se puede comprobar, el menú final de gestión de la producción del clúster; La lista desplegable de autogestión, cuenta con cuatro cintas de opciones, constituidas por: Cotizaciones, Base de datos proveedores, benchmarking, gestión estratégica, las cuales fueron proyectadas en concordancia, con las necesidades de la gestión de la producción; que se proyecta sea enlazado con la página principal, denominada auto clúster.

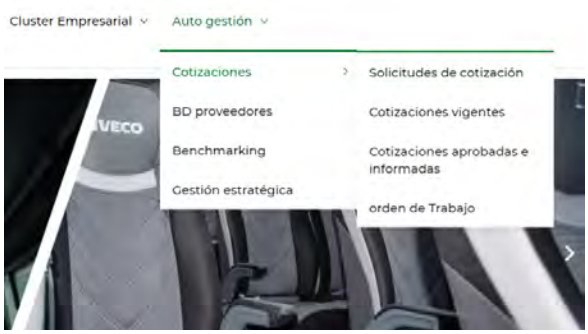


Figura 4. Interfaz de Usuario

Cabe resaltar que la utilización de la opción de gestión estratégica, será uso exclusivo para el administrador de clúster; de esta opción se genera información alusiva y cuantitativa sobre indicadores que van a permitir identificar de primera mano la situación de capacidad de respuesta de cada empresa y del clúster. Con miras a poder tomar acciones de apoyo y mejoramiento.

En la solicitud de cotización la aplicación permite diligenciar un formulario, que tendrá como salida un documento con la siguiente información, ver figura 5; en ese mismo sentido las cotizaciones y las ordenes de trabajo.



Autocluster	SOLICITUD DE COTIZACION	Código: S.1 Version : 01 Fecha: 10/07/2021
NUMERO DE SOLICITUD		
DATOS DEL SOLICITANTE		
EMPRESA		
DIRECCION		
TELEFONO		
NOMBRE DEL CONTACTO		
CORREO ELECTRONICO		
MODALIDAD DE PAGO		
FECHA GENERACION SOLICITUD		
FECHA LIMITE DE RESPUESTA		
DESCRIPCION DE PRODUCTOS		
REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD

Figura 5. Formato Solicitud de cotización

E. Mantenimiento

En esta fase se realizarán los posibles cambios, correcciones, ajustes, a que haya lugar. Según las necesidades del cliente.

I. CONCLUSIONES

Para el desarrollo de una aplicación web es fundamental identificar y comprender lo que realmente se busca solucionar o gestionar con esta, para ello es necesario tener un real conocimiento del proceso y las expectativas de los futuros usuarios de dicha aplicación, luego esta primera fase no es sencilla y requiere una visión sistémica, pero a la vez holística, la cual exige tiempo.

La metodología de cascada, aunque es muy exigente en su concepción, maneja una estructura lógica que disminuye errores de conceptualización; sin embargo, es innegable que una de sus mayores exigencias es la certera identificación de los requisitos, para ellos es fundamental la claridad que tenga el cliente al respecto, para dar a conocer efectivamente los requerimientos al desarrollador.

REFERENCIAS

[1] L. J. Fuertes Castro, "Modelo de calidad para el software orientado a objetos presentada en la universidad politécnica de Madrid para la obtención del grado de doctor en informática," 2002, [Online]. Disponible en: http://oa.upm.es/34988/1/TD_Fuertes_JOSE_LUIS.pdf

[2]A. C. Pasini, S. Esponda, M. Boracchia, & P. M. Pesado, (2013). "Q-Scrum: una fusión de Scrum y el estándar ISO/IEC 29110. In XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación". Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/32421

[3] E. Gómez Gutiérrez, M. M. Marcillo Guevara, & N. Ramírez López, (2021). "Metodologías Ágiles para el Desarrollo de Proyectos". Disponible en: http://hdl.handle.net/20.500.12237/2038

[4] S. Hadida, & F. Troilo, (2020). "La agilidad en las organizaciones: trabajo comparativo entre metodologías ágiles y de cascada en un contexto de ambigüedad y transformación digital (No. 756)". Universidad del CEMA. Disponible en: https://ucema.edu.ar/sites/default/files/2020-10/Tesina_MADE_UCEMA_Hadida.pdf

[5] J. Fernández Cuevas, (2020). "Implantación de una metodología para la gestión de proyectos software" (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya). Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/329099/151800.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[6] R. Caicedo Bocanegra, (2019). Desarrollo de un aplicativo web para el control de las cotizaciones y las postventas de los proyectos inmobiliarios en la empresa Zoom Constructora SA. *Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá*.

Autores

Nidia Stella Rincón Parra

Ing. Industrial
Esp. en Gerencia de Proyectos
Mg en Administración de negocios Internacionales
Auditor Interno en Sistemas de Gestión Integrados HSEQ-ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 con ISO 31000.
Docente Universidad Abierta y a Distancia – UNAD
Integrante semillero IDEAS – Ingeniería Industrial –UNAD Duitama

Sonia Patricia Garzón Martínez
Ing. Industrial - Ing. Sistemas
Esp. En Alta Gerencia de Mercadotecnia
Cd Mg Seguridad Informática
Docente Universidad Abierta y a Distancia –UNAD
Integrante semillero IDEAS – Ingeniería Industrial –UNAD Duitama

Esterificación catalítica de ácido levulínico (ALV) a levulinato de etilo (LE) utilizando precursores catalíticos de cobalto y etanol absoluto como reactante y disolvente

Alexandra Montealegre Tovar[1]
Nahury Yamile Castellanos Blanco[1]
Programa de Química
Universidad Nacional Abierta y a Distancia[1], Colombia
amontealegret@unadvirtual.edu.co
nahury.castellanos@unad.edu.co

Resumen - En el presente trabajo de investigación, se llevó a cabo la reacción de esterificación de ácido levulinico (ALV) para la formación de levulinato de etilo (LE) con etanol; usando catalizadores de cobalto y 2,2-Bipiridina como ligante auxiliar. El levulinato de etilo y otros esteres derivados de la biomasa que se obtienen a partir del ALV, tienen características fisicoquímicas aprovechables para la mejora en las propiedades de combustibles (Diesel, Biodiesel), como la disminución en el contenido de azufre, incremento en la lubricidad, estabilidad en el flash point y en la viscosidad y disminuye la formación de hollín.

Se modificaron las variables temperatura, cantidad de catalizador, proporción molar de ALV: EtOH y duración del proceso, con el fin de establecer las condiciones ideales para obtener la mayor selectividad y rendimiento del producto LE. La eficiencia de la reacción, se evaluó mediante diferentes técnicas espectroscópicas, por ejemplo, cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) e Infrarrojo (IR). Se encontró que, a 100 °C, 2 h, 4% mol de catalizador ($CoCl_2$*$6H_2O$) y una proporción molar de ALV: EtOH de 1:25, se obtiene un 48,5% de rendimiento de LE y una conversión del 55,2% de ALV. Con estas condiciones de reacción, también fue posible obtener un subproducto de hidrogenación de ALV correspondiente al acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo.

Palabras clave— Acetalización; Biodiesel; Biomasa; Catálisis Homogénea; Cobalto.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos de esterificación catalítica se llevaron a cabo en un reactor tipo Schlenk con tapa cerrada y provisto con llave de paso para control de la presión, la temperatura se reguló mediante un baño de aceite termostatado. ALV, estandar de calibracion, etanol, ,2-Bipiridina y sales de cobalto empleados, son reactivos Merck (pureza ≥99,0%).

El rendimiento de LE en cada etapa de las reacciones fue calculado usando un cromatógrafo de gases (CG-EM) Clarus 580 (Perkin Elmer, USA), equipado con una columna Elite WAX ETR (60m, 0,25mm DI, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA) conectado a un detector de ionización de llama (FID). Para la identificación estructural del producto los subproductos y las materias primas se empleó un equipo Agilent Technologies G3171A CG-EM equipado con una columna capilar de diámetro pequeño (30 m * 25 mm * 25 µm).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo exploratorio de la esterificación catalítica de ALV: Se llevó a cabo una reacción preliminar de esterificación catalítica para lo cual diseñó el montaje que se muestra en la figura 1 y las condiciones de reacción descritas en la tabla 1.

Tabla 1-Condiciones de reacción ensayo exploratorio

Temp °C	% Cat.	Tiempo h	ALV/ EtOH	%Rend LE
90	2	8	1:25	28



Figura 1. Montaje tipo Schlenk

Se observó cambio de color en el catalizador de rosado a azul como se muestra en la figura 2, por deshidratación de la sal de cloruro de cobalto ($CoCl_2$*$6H_2O$) quedando en su forma anhidra (sólido azul cristalino); está perdida de aguas de hidratación en la molécula es promovida por el aumento de la temperatura en el sistema. En su forma sólida, la sal de cobalto es un complejo de fórmula $[Co(H_2O)_6]Cl_2$ y cuando pierde las moléculas de agua el complejo es de la forma: $[CoCl_4]^{-2}$ [1].



Figura 2. Sal de cloruro de cobalto hidratada y deshidrata

Este proceso se explica de acuerdo con la ecuación 1

$$[Co\ (H2O)6]^{2+}\ aq\ rosa + 4Cl^{-}\ (aq) + \text{calor} \leftrightarrow [CoCl4]^{2-}\ (aq)\ \text{(azul)} + 6H2O(l)\ \textit{Ecuación 1}$$

Luego de analizar mediante CG-EM la mezcla de reacción del ensayo exploratorio se encontró que los productos formados correspondían al LE, y al acetato de 2-metil-5-oxo-tetrahidro-2-furanilo, de acuerdo con la ecuación propuesta en la figura 3:

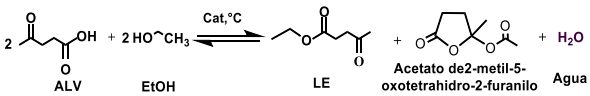


Figura 3. Reacción general de la esterificación catalítica de ALV usando la sal de $CoCl_2$*$6H_2$

La presencia de LE fue confirmada por CG-EM, mediante comparación del patrón de fragmentación del compuesto frente a un estándar de calibración, así mismo la presencia de LE en la reacción exploratoria abrió paso para continuar con la búsqueda de los parámetros óptimos de reacción con el fin de obtener el máximo rendimiento de LE. En la figura 4 y 5 se muestra el espectro de masas que se obtuvo experimentalmente para él LE y sus fragmentos característicos.

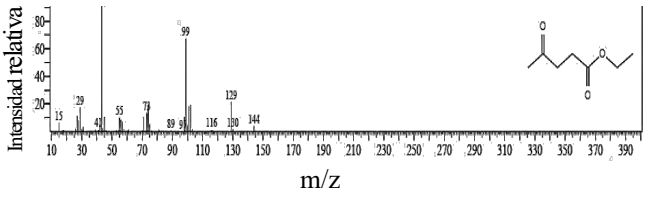


Figura 4. Espectro experimental de masas del LE

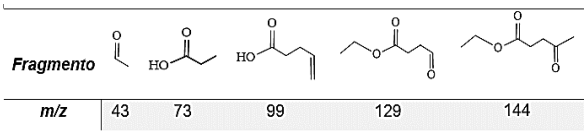


Figura 5. Fragmentos característicos en CG EM del LE

También se identificó la estructura de un subproducto tipo γ-acetoxi-γ-butirolactona, correspondiente al acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo, su espectro de masas y su patrón de fragmentación se muestran en las figuras 6 y 7 respectivamente.

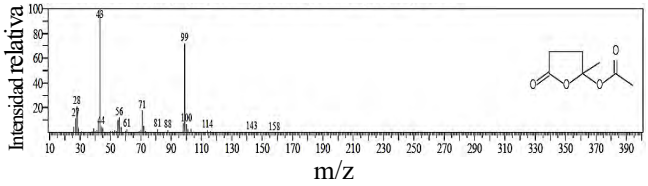


Figura 6. Espectro experimental de masas del -metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo

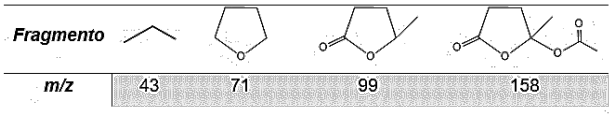


Figura 7. Fragmentos característicos en CG EM del -metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo

Efecto del tiempo en el rendimiento de LE y el subproducto

En este grupo de reacciones se estudió el porcentaje de conversión del ALV y el porcentaje de formación del LE y el subproducto tipo γ-acetoxi-γ-butirolactona [2] en función del tiempo.

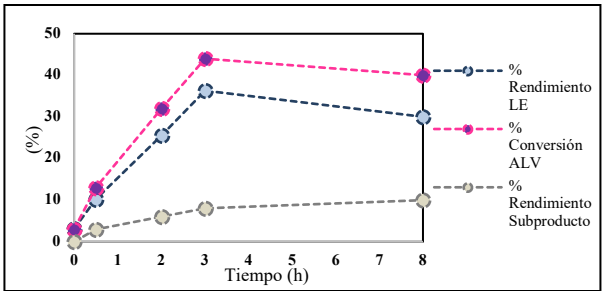
Se realizaron 5 ensayos variando el tiempo de 0 a 8h, se mantuvo constante la temperatura a 100°C

debido a que esta temperatura se obtuvo el mayor rendimiento de LE (30%, ver tabla 2, entrada 2) en los ensayos exploratorios, se empleó una proporción molar de ALV/EtOH de 1:25 y cantidad molar del precursor catalítico $CoCl_2*6H_2O$ de 2 %mol, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2- Efecto del tiempo en el rendimiento de LE y la conversión de ALV

T (°C)	*Tiempo (h)*	*Cat. (%mol)*	*Radio ALV/ EtOH*	*% Conversión ALV*	*% Rend LE*	*% Rend. Subproducto*
100	0	2	1:25	3	3	0
	0.5	2	1:25	13	10	3
	2.0	2	1:25	32	26	6
	3.0	2	1:25	44	36	8
	8.0	2	1:25	40	30	10

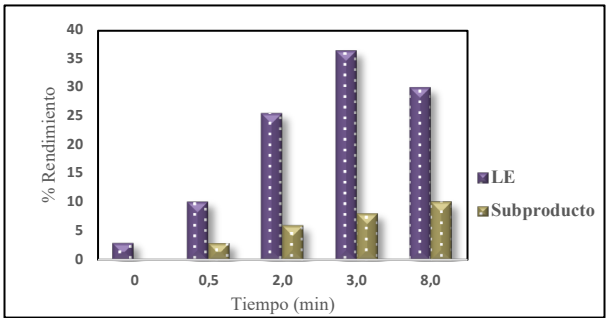
Al graficar los datos presentados en la tabla 2, se observa la tendencia del porcentaje de conversión del ALV y del rendimiento de los productos de esterificación y lactonización (subproducto) respecto al tiempo y se evidencia que el rendimiento de LE aumenta progresivamente hasta un tiempo de 3h; en 8h de reacción el porcentaje de rendimiento del LE disminuye sustancialmente así mismo él porcentaje de conversión del ALV.



Gráfica 1- Efecto del tiempo en él % de rendimiento de LE y % de conversión de ALV

En este ensayo se observa que el tiempo óptimo de reacción para obtener un mayor rendimiento de LE y una mayor conversión de ALV se da en 3 horas, con un valor porcentual de 36.0% para el rendimiento de LE y de 44% para la conversión de ALV, el porcentaje de LE obtenido es cercano al que reporta Xia et al. [3], en el que se alcanzó un porcentaje de rendimiento de LE de 38.3 % en presencia de un catalizador basado en manganeso a temperatura de 90°C y en un tiempo de 10 horas partiendo igualmente desde el ALV.

Se observa que tanto el porcentaje de rendimiento de LE y porcentaje de conversión de ALV disminuye en un tiempo de 8 horas, esta disminución puede atribuirse al incremento en la formación del subproducto, como se muestra en la gráfica 2.



Grafica 2- % de rendimiento de acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo

Esta tendencia de la formación del acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo es comparable con estudios previos en donde las condiciones para la formación de γ-acetoxi-γ-butirolactonas por el método de Thiele (anhídrido acético a reflujo) se requieren de tiempos prolongados (~12h) [2]. Así mismo, Xia et al., [3], en su estudio, reportan que el tiempo de reacción para la obtención del acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo fue de 10 h y la temperatura de 90°C, de acuerdo a los antecedentes descritos previamente, se atribuye la formación del subproducto al tiempo de reacción de 8 h en el cual se empezó a consumir él LE formado por esterificación para formar el acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo, consecuentemente disminuyó por tanto el porcentaje de rendimiento de LE a medida que aumentaba el tiempo de reacción, sin embargo, además de las variables tiempo y temperatura, para la formación del acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo (subproducto) se requiere la presencia de otros compuestos como el ácido acético y agua en la mezcla de reacción, de los cuales se hablará en la sección de mecanismos de reacción.

Efecto del % de precursor catalítico (CoCl2*6H2O) en el rendimiento de LE y el subproducto y la conversión de ALV

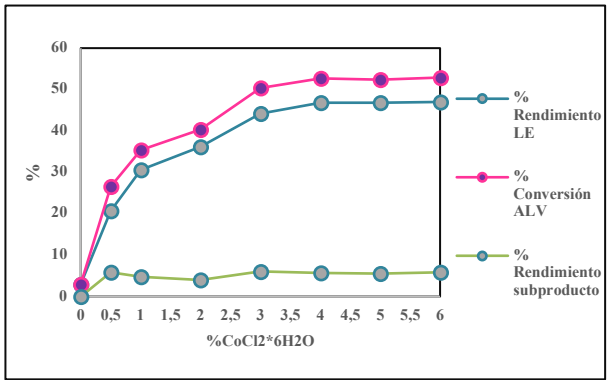
Se realizaron una serie de reacciones para estudiar el efecto de la cantidad de precursor catalítico ($CoCl_2*6H_2O$) en el rendimiento de LE y en la conversión de ALV, también se observó el comportamiento en la formación del subproducto (acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo).

Se mantuvo constante la temperatura a 100°C, la proporción molar de ALV/ EtOH en 1:25 y el tiempo en 3 horas, tomando como referencia los resultados obtenidos en los ensayos previos y los resultados obtenidos se resumen en la tabla 3.

Tabla 3- Efecto de % de precursor catalítico en el rendimiento de LE y la conversión de ALV

T °C	Tiempo (h)	% Cat	Proporción ALV/EtOH	% Conversión ALV	% Rend LE	% Rend Subproducto
Amb.	3	0	1:25	3	3	0
	3	0,5	1:25	26,5	20,7	5,8
	3	1	1:25	35,4	30,6	4,8
	3	2	1:25	40,3	36,2	4,1
100	3	3	1:25	50,4	44,3	6,1
	3	4	1:25	52,8	46,9	5,8
	3	5	1:25	52,4	46,9	5,5
	3	6	1:25	52,9	47,0	5,9

Los resultados de la tabla 3 fueron graficados para observar la tendencia en el rendimiento de LE y el subproducto, se observa que el aumento en el porcentaje de precursor catalítico ($CoCl_2$*$6H_2O$) es directamente proporcional al porcentaje de rendimiento de LE y al porcentaje de conversión del ALV, entre tanto, el porcentaje de rendimiento del subproducto es estable en todos los ensayos como se muestra en la gráfica 3.



Grafica 3 % Efecto del % de precursor catalítico en él % de rendimiento de LE y el % de conversión de ALV

Se observa que al aumentar la concentración de precursor catalítico aumenta el porcentaje en el rendimiento de LE, la conversión de ALV a LE alcanza estabilidad en concentraciones molares de la sal de $CoCl_2$*$6H_2O$ de 4%, 5% y 6% el aumento en el rendimiento de LE a medida que aumenta la concentración del precursor catalítico puede explicarse debido a que al aumentar las moléculas de catalizador en el medio aumenta la probabilidad de que haya interacción con las moléculas del sustrato (ALV), además se incrementa el número de sitios activos en donde ocurre la unión del centro metálico con los reactantes [4].

Los resultados previamente indicados son evidencia de que al aumentar la concentración del catalizador en el medio de reacción se da una competencia entre los sustratos ALV y EtOH para interactuar con el catalizador, teniendo en cuenta que el EtOH está en exceso al actuar también como solvente de reacción puede derivarse otro producto del mismo por oxidación catalítica, como el acetaldehído el cual polimeriza en disolución, disminuyendo la actividad del catalizador y por tanto la formación del LE, por ello queda constante el porcentaje de rendimiento de LE y no aumenta.

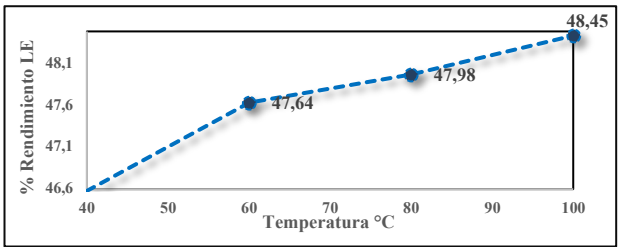
Efecto de la temperatura en el rendimiento de LE y la conversión de ALV.

Se estudió el efecto de la temperatura en el porcentaje de rendimiento de los productos y el porcentaje de conversión del ALV manteniendo constante el porcentaje de precursor catalítico ($CoCl_2$*$6H_2O$) en 4 %mol, un tiempo de reacción de 3h y la proporción molar de ALV/EtOH (1:25), en la tabla 4 se presentan los resultados de esta reactividad.

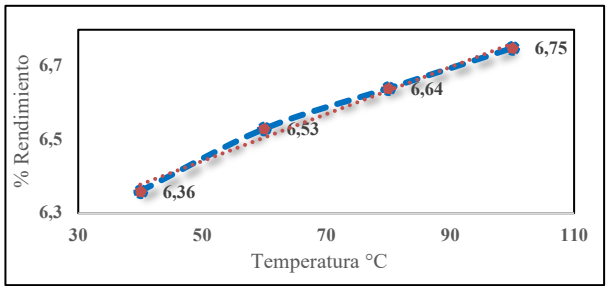
Tabla 4- Efecto de la temperatura en él % de rendimiento de LE y el % de conversión del ALV

Entrada	T °C	Tiempo (min)	% Cat	Radio ALV/EtOH	% Conversión ALV	% Rend LE	% Rend Subproducto
1	40	180	4	1:25	53,0	46,6	6,4
2	60	180	4	1:25	54,1	47,6	6,5
3	80	180	4	1:25	54,6	48,0	6,6
4	100	180	4	1:25	55,2	48,4	6,8

Mediante esta serie de ensayos se determinó que el aumento de la temperatura promueve el rendimiento del LE y el subproducto y así mismo el porcentaje de conversión de ALV, sin embargo, el aumento en la conversión de ALV y en la formación de los productos no es muy significativo (ver gráfica 4 y 5).



Grafica 4 - Efecto del % de precursor catalítico en él % de rendimiento de LE y el % de conversión de ALV



Grafica 5- Efecto de la temperatura en el % de rendimiento del acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo

El mayor porcentaje de rendimiento de LE se atribuye al incremento de la temperatura debido a que un aumento en la temperatura incrementa la energía cinética de las moléculas de los reactivos y por tanto la velocidad de formación del producto también es mayor ya que las moléculas son capaces de superar fácilmente la energía de activación favoreciendo la conversión del sustrato (ALV) para la obtención del LE [5].

Al utilizar el porcentaje óptimo (4%mol) de catalizador ($CoCl_2$*$6H_2O$) encontrado en los experimentos previos, se evidenció que el porcentaje de rendimiento de LE aumento ligeramente de 47.0% a 48.4% es decir un aumento de 1.4 % respecto al máximo obtenido en los ensayos realizados que se presentan en la sección anterior.

Se observa que la temperatura no tiene un efecto significativo en el porcentaje de rendimiento del subproducto acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo, ya que se mantuvo en un rendimiento de alrededor del 6 % en todas las temperaturas ensayadas esto debido a que la reacción es selectiva hacia el producto de interés (LE) que se forma en mayor porcentaje, la ruta de formación del subproducto es distinta a la del LE ya que se trata de un proceso de hidrogenación en el cual las condiciones para obtener el producto no dependen solo de la temperatura sino también del tipo de catalizador y el uso de ligantes para promover el rendimiento de este tipo de lactonas [6].

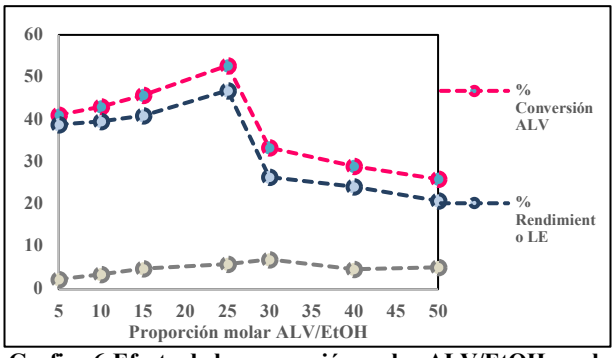
Efecto de la proporción molar ALV/EtOH en el rendimiento de LE y en la conversión de ALV.

Al evaluar el efecto de la proporción molar ALV/EtOH manteniendo constante la temperatura en 100°C, el porcentaje de precursor catalítico ($CoCl_2$*$6H_2O$) en 4%mol y la duración del proceso en 3 h, se obtienen los resultados mostrados en la tabla 5.

Tabla 5- Efecto de la proporción molar ALV/EtOH en el rendimiento de los productos

T °C	*Tiempo (h)*	*% Cat*	*Proporción ALV/EtOH*	*% Rend LE*	*% Rend Subproducto*	*% Conversión ALV*
100	3	4	1:5	38,8	2,3	40,5
100	3	4	1:10	39,6	3,5	43,1
100	3	4	1:15	41,0	4,8	45,8
100	3	4	1:25	46,9	5,9	52,8
100	3	4	1:30	26,4	7,0	33,4
100	3	4	1:40	24,2	4,8	29,0
100	3	4	1:50	20,8	5,1	25,9

Se graficaron los datos obtenidos en la tabla 5 para observar la tendencia en el rendimiento de los productos y se evidencia un aumento en la formación de LE hasta la proporción molar ALV/EtOH 1:25 (línea azul oscura) sin embargo, en los ensayos realizados utilizando proporciones de 1:30, 1:40 y 1:50 se observó una disminución drástica en el rendimiento de LE (gráfica 6), así mismo se evidenció una disminución en el porcentaje de conversión de ALV.

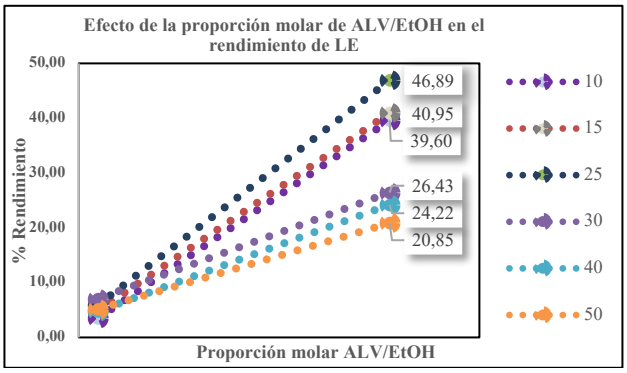


Grafica 6-Efecto de la proporción molar ALV/EtOH en el rendimiento de los productos

La correcta selección de la proporción molar ALV/EtOH tiene un efecto importante en el rendimiento de LE cómo se observa en las gráficas 6 y 7; la disminución en el rendimiento de LE usando las proporciones ALV/EtOH de 1:30, 1:40 y 1:50 puede ser atribuida a la disminución en la concentración del precursor catalítico en el medio al aumentar el volumen de disolvente (EtOH), lo que disminuye la probabilidad de la interacción del complejo de cobalto con el ALV, debido a que el exceso de solvente disminuye la concentración de los reactivos y limita la trasferencia de masa [6].

Propuesta del mecanismo de reacción para la esterificación de ALV

A continuación, se presenta el mecanismo de reacción propuesto para la esterificación de ALV, bajo las condiciones de reacción optimizadas (Figura 8).



Grafica 7-Efecto de la proporción molar ALV/EtOH en el rendimiento del LE

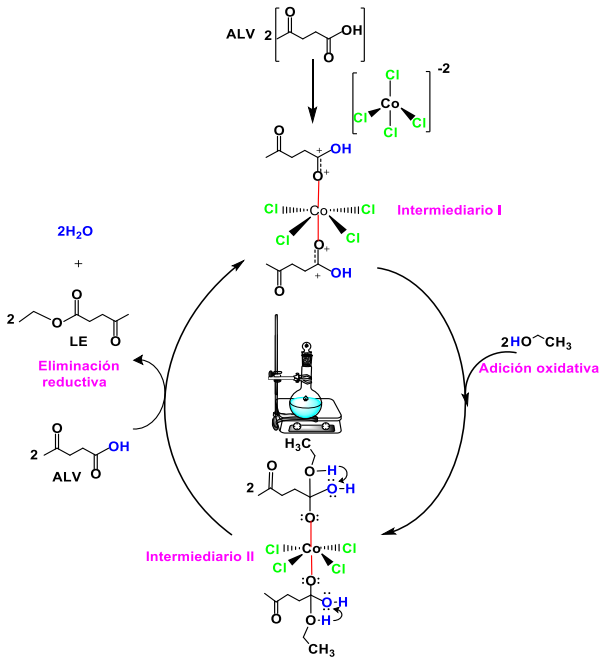


Figura 8. Mecanismo de reacción para la esterificación catalítica de ALV

Como se explicó en la sección del ensayo exploratorio de la esterificación catalítica de ALV el complejo metálico de cobalto (Co^{+2}) se transforma a su forma anhidra cuando el sistema es sometido a alta temperatura y el nuevo complejo ($[CoCl_4]^{2-}$) queda de la forma que se muestra en la figura 9.

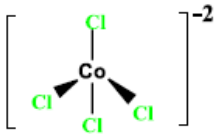


Figura 9. Complejo anhidro del cloruro de cobalto

El proceso inicia cuando dos moléculas de ALV interaccionan con el complejo de cobalto, donde el centro metálico (Co) con número de oxidación +2 actúa como un ácido de Lewis y se une al oxígeno del grupo ácido de cada molécula de ALV mediante un par electrónico libre (intermediario I), el estado de oxidación del centro metálico se reduce (Co) pasando de estado de oxidación de +2 a estado de oxidación de 0, el oxígeno proveniente del grupo carbonilo de cada molécula de ALV adquiere una carga parcial positiva al ceder un electron al centro metálico de cobalto es decir se oxida, posteriormente el etanol se une al carbono carbonílico al ser este más electrófilo y por tanto más susceptible a un ataque nucleofílico, el etanol que se une al carbono mediante un par electrónico libre del oxígeno (intermediario II) y se forma el intermediario tetraédrico; simultáneamente, el hidrógeno proveniente de la molécula de etanol que se une al grupo carbonílico del sustrato (ALV), es atraído por el oxígeno del grupo ácido de la molécula de ALV y se obtiene el grupo OH protonado [7], finalmente se libera la molécula de agua (por cada molécula de ALV) para producirse el correspondiente éster (levulinato de etilo) y el ciclo catalítico se regenera nuevamente con la entrada de 2 moléculas de ALV.

Propuesta de reacción para la formación de acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo.

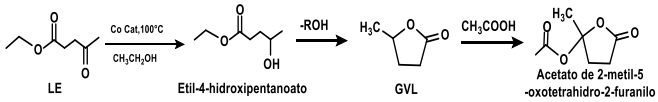


Figura 10. Formación de acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo a partir de LE

Se propone que el proceso de formación del subproducto de la reacción de esterificación de ALV denominado acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo inicie a partir del LE producido previamente en el medio de reacción, por ello según el análisis realizado en la sección efecto del tiempo en el rendimiento de LE y el subproducto y la gráfica 2, a medida que aumenta el porcentaje de formación del subproducto disminuye el porcentaje de formación del LE, la presencia del catalizador de cobalto en el medio de reacción, las condiciones de temperatura y la presencia de etanol producen el etil-4-

hidroxipentanoato mediante hidrogenación por transferencia en donde el grupo cetona de la molécula de LE es protonado en el oxígeno de su grupo carbonílico como lo explica Li et al. [8], según la figura 11 que se muestra a continuación:

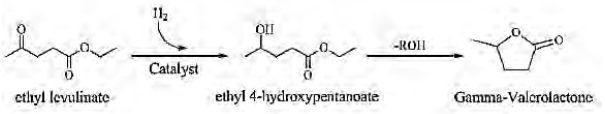


Figura 11. Formación de GVL a partir de la hidrogenación de LE (Tomado de: Li et al., (2017).)

El etil-4-hidroxipentanoato es un hidroxiácido que tiene las características necesarias para ciclarse y se forma un éster cíclico de 5 miembros es decir una γ-lactona en este caso se forma la γ-Valerolactona y se libera una molécula de etanol (figura 11) [8].
Para la posterior formación del acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo se requiere de anhídrido acético y agua en el medio según el estudio realizado por Xia et al. [3], seguido de una reacción de adición con ácido acético para finalmente producir la γ-acetoxi-γ-butirolactona.
El anhídrido acético pudo estar presente en el medio de reacción mediante la deshidrogenación de etanol a acetaldehído y posterior formación del ácido acético en presencia de agua (aldehyde-water shift reaction). Varios metales de transición se han estudiado para mediar este tipo de reacción [9], por ello se cree que el catalizador de cobalto utilizado ($CoCl_2*6H_2O$) estuvo presente en la formación del ácido acético; la reacción en mención (aldehyde-water shift) se muestra en la figura 12.

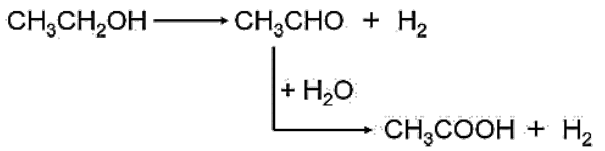


Figura 12. Formación de ácido acético mediante la reacción "aldehyde-water shift" Tomado de: (Xiang et al., (2017))

La presencia de agua en el medio de reacción se atribuye a la humedad del disolvente de reacción, a las moléculas de agua provenientes del precursor catalítico ($CoCl_2*6H_2O$) y a la humedad del aire ya que el sistema empleado para la reacción de esterificación no está completamente aislado. Este medio de reacción permite la formación del acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo con un rendimiento molar de alrededor de 6%, bajo las variables óptimas de reacción, observado en los cromatogramas por CG-EM.

III. CONCLUSIONES

- Se sintetizó el levulinato de etilo mediante la esterificación con un catalizador homogéneo de cobalto CoII($CoCl_2*6H_2O$) y se identificaron las condiciones óptimas de reacción que permiten obtener un mayor rendimiento en la conversión de ALV.
- Se obtuvo una lactona de tipo "acetato de 2-metil-5-oxotetrahidro-2-furanilo", como subproducto de la reacción, cuya formación implica un proceso de hidrogenación por transferencia en presencia de etanol.
- Se obtuvo un rendimiento máximo del producto de interés (LE) de 48,5% a una temperatura de 100°C, usando 4% de mol de precursor catalítico en un tiempo de 3h y una proporción molar ALV/EtOH de 1:25
- Se diseñó el mecanismo de reacción para los productos formados y se propusieron los posibles intermediarios con base en los resultados de CG-EM y estudios previos reportados en la literatura.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad de Caldas y a la Universidad de la Sabana por el apoyo instrumental para el análisis de las muestras que derivaron de este trabajo, a la Dra. Nahury Castellanos Blanco, docente de la UNAD, por la asesoría y apoyo en el análisis de los mecanismos de reacción y revisión del documento.

REFERENCIAS

[1] Nuffield Foundation and the Royal Society of Chemistry. (2018). The equilibrium between two coloured cobalt species. Recuperado en: http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000001/the-equilibrium-between-two-coloured-cobalt-species?cmpid=CMP00005957

[2] Wineburg, J., Abrams, C. y Swern D. (1975). Improved preparation and characterization of unsaturated γ-lactones (1a). Fels research institute and department of chemistry temple university Philadelphia. Volumen (19122). pp 749-754.

[3] Xia, F., Du, Z., Liu, J., Ma, Y. y Xu, J. (2016). Catalytic oxidative C-C bond cleavage route of levulinic acid and methyl levulinate. RSC Advances. Volumen (6), pp 72744-72749.

[4] Romero, A. (2004). Catalizadores y procesos catalíticos. Recuperado de: http://www.rac.es/ficheros/discursos/dr_20080825_148.pdf

[5] Chang R. (1999). Química. Cinética Química, México D.F: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A de C.V.

[6] Zhou, L., He, Y., Ma, L., Jiang, Y., Huang, Z., Yin, L. y Gao, J. (2018). Conversion of levulinic acid into alkyl levulinates: Using lipase immobilized on meso-molding three-dimensional macroporous organosilica as catalyst. Bioresource Technology. Volumen (247), pp 568-575.

[7] Popova, M., Shestakova, P., Lazarova, H., Dimitrov, M., Kovacheva, D., Szegedi, A., Mali, G., Dasireddy, V., Likozar, B., Wilde, N. y Gläser, R. (2018). Efficient solid acid catalysts based on sulfated tin oxides for liquid phase esterification of levulinic acid with ethanol. Applied Catalysis A, General. Volumen (560), pp 119-131.

[8] Li C, Xu G, Zhai Y, Liu X, Ma Y e Zhang Y. (2017). Hydrogenation of biomass-derived ethyl levulinate into γ-valerolactone by activated carbon supported bimetallic Ni and Fe catalysts. Fuel. Volumen (203), pp 23-31.

[9] Xiang, N., Peng, X., Nainbo, R. y Tongqi, Y. (2017). Production of acetic acid from ethanol over CuCr catalysts via dehydrogenation- (aldehyde–water shift) reaction. RSC Advances. Volumen (7), pp 38586–38593.

Las TIC en la gestión de la cadena naturista en Cundinamarca - Colombia

Alba Ligia López Rodríguez
Alexis Marcela Camacho
Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
alba.lopez@unad.edu.co
alexis.camacho@unad.edu.co

Manuel Antonio Sierra Rodríguez
Maestría en Gerencia de Proyectos
UNAD, Colombia
manuel.sierra@unad.edu.co
Iván Alejandro Veloza Peñuela
Ingeniería de Sistemas
UNAD, Colombia
ivan.veloza@unad.edu.co

Resumen – Las cadenas productivas son el esquema fundamental para el desarrollo de los productos competitivos en mercados globales. La cadena naturista en Colombia es estratégica porque agrupa a micro, pequeñas y medianas empresas que han sido especialmente afectadas por la pandemia del COVID-19 debido a su baja capacidad de insertarse en el mercado digital por carencia u obsolescencia tecnológica. Sin embargo, los negocios al estar en una cadena de valor mejoran su capacidad de competencia, no solo en el mercado nacional y local, sino con oportunidades de exportación. Así el objetivo de esta investigación es analizar la cadena naturista del Departamento de Cundinamarca, para identificar características que le permita cerrar la brecha tecnológica, especialmente en innovación digital, y que pueda aprovechar las oportunidades de reactivación económica. El estudio se centra en la revisión documental para elaborar un estado de arte, en la primera fase, de donde se deriva este manuscrito y facilitar en una segunda fase, el desarrollo de un sistema de información basado en Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard.

Palabras clave — TIC, Balanced Scorecard, cadena naturista, competitividad, cadena productiva, recuperación postpandemia.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se revisan bases de datos de publicaciones científicas (12 artículos), estudios e investigaciones tanto a nivel nacional como internacional (5 documentos), políticas públicas colombianas que promueven la reactivación económica y fortalecen la innovación digital de las empresas (3 documentos) y otras publicaciones de interés (10), como se esquematiza en la figura 1

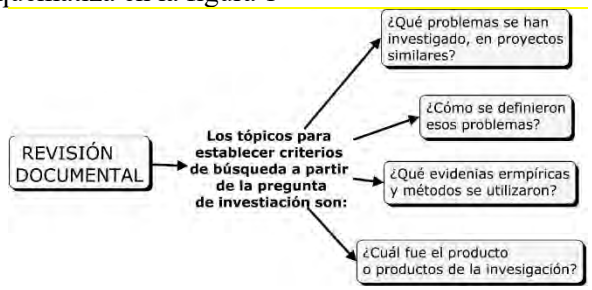


Figura 1. Criterios de búsqueda documental a partir de la pregunta de investigación

Fuente: elaboración propia

El método se ajusta a una investigación cualitativa de revisión documental con la selección final de 23 documentos.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las últimas tres décadas del siglo XX, se identifica que hay un cambio en la estructura y organización de las cadenas de valor que pasan de ser "cadenas dirigidas por productores"- CDP a ser "cadenas dirigidas por compradores"- CDC. Las primeras- CDP, se generan por la inversión de grandes capitales, especialmente extranjero, con acción directa de multinacionales y las segundas, CDC son el resultado de la dinámica de los mercados, conducidas por redes de compradores

[1], en esta última se ubica la red naturista, objeto de este estudio.

Así, el concepto de cadena productiva surge de la necesidad de mejorar la productividad y competitividad de las empresas que elaboran un producto determinado. Desde la planeación estratégica se identifican fortalezas y debilidades al interior de las empresas, las cuales pueden ser aprovechadas o mitigadas, respectivamente. Pero hay otros factores externos como oportunidades y amenazas, que pueden, como en el caso anterior derivar en estrategias de crecimiento. El esquema de la cadena naturista en Cundinamarca puede expresarse como en la figura 2.

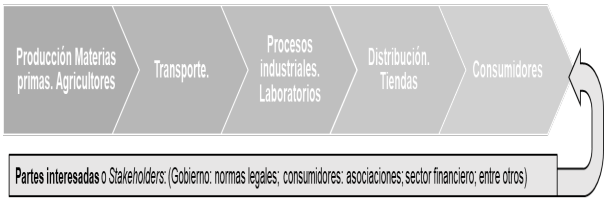


Figura 2. Cadena naturista
Fuente: elaboración propia a partir de [2].

Ahora más que nunca la asociación de las empresas en cadenas productivas es necesaria para sobrevivir, sobre todo cuando la cadena está compuesta por microempresarios como es el caso del sector naturista en Colombia y en particular en el Departamento de Cundinamarca que, junto con la capital de la república, Bogotá, forma la ciudad-región, más próspera de Colombia. Este hecho coloca en un lugar estratégico dicha cadena para aprovechar las oportunidades que se derivan de las políticas de recuperación postpandemia, como se refiere a continuación:

El Departamento Nacional de Planeación - DNP con el CONPES 4023 [3], busca establecer estrategias para la recuperación económica en la postpandemia con objetivos de corto plazo como impulsar el aparato productivo en el marco institucional y el desarrollo digital para la reactivación del sector productivo mejorando su capacidad de manera más sostenible y sofisticada.

En este entorno el Balanced Score Card (BSC) es uno de los modelos que integran la planeación estratégica de cada eslabón con la gestión de la cadena utilizando TIC, por lo que permite encaminar el desarrollo digital y la potenciación de las cadenas productivas.

También el Plan de Desarrollo del Departamento de Cundinamarca 2020-2024, propone estrategias para la reactivación económica [4], alineadas con el PND y el CONPES 4023, donde se destaca que la actividad económica del departamento es cada vez más industrial y de servicios, disminuyendo su tradicional vocación agrícola.

Para atender los retos de la reactivación el Departamento ha priorizado la modernización de la agroindustria, la innovación digital, las industrias creativas, entre otros sectores, para la inversión en proyectos financiado por las Regalías [6], [7], lo cual avala la pertinencia de este proyecto. En cuanto al Distrito Capital que hace parte de Bogotá-Cundinamarca como ciudad- región que aporta más del 25% del PIB nacional, ha realizado ajustes al Plan Distrital de Desarrollo [5], para atender la emergencia sanitaria y la reactivación económica, priorizando las cadenas productivas.

Otro aspecto relevante para el proyecto son las cifras del DANE (2019), reportadas por el Ministerio de Trabajo, donde las MiPymes "representan más de 90% del sector productivo nacional, generan el 35% del PIB y el 80% del empleo de toda Colombia" [8], es decir 16 millones de colombianos para 2019, antes de la pandemia se encontraban vinculados a una Micro, Pequeña o Mediana empresa - MiPyme. Dentro de este tejido empresarial, más del 80% son microempresas que, por su tamaño y condiciones, son las más vulnerables.

Ahora bien, la Pandemia del COVID-19, ha debilitado el tejido empresarial en las MiPes que impide afrontar riesgos con tanta duración como una crisis sanitaria. Esto debido en gran parte, a que sus economías se basan en ventajas comparativas con muy poca innovación y mucha informalidad en el aparato productivo, lo cual impide que pueda recuperarse de un desastre epidemiológico de larga duración, como ha sucedido con la cadena naturista de Cundinamarca, donde se evidencia la poca innovación en TIC, que hubiera permitido un

proceso de marketing digital, gestión de la cadena y entrega a domicilio evitando el colapso de varias unidades de negocio [9], [10].

Por lo tanto, como lo proponen [10], [9], [11], [3] entre otros, el llamado es construir sociedades más justas y sostenibles, enmarcados en la Agenda 2030 con el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La sostenibilidad es la clave, porque involucra el ámbito económico, ambiental y social, según [12], [13] y [14] y favorece el desarrollo de las micro y pequeñas empresas, asociadas en cadenas productivas, como el caso de la cadena naturista en Cundinamarca y su impacto socio-económico discutido a continuación.

A. Caracterización del sector naturista.

La cadena naturista abarca los procesos estructurados, desde la producción de materias primas, hasta llegar al consumidor e inclusive, el manejo de los deshechos generados en el consumo [2], es decir, que todos los eslabones de la cadena deben garantizar la eficiencia y productividad para satisfacer al mercado.

Un aspecto relevante de la cadena naturista es la oferta de productos para el cuidado de la salud con medicamentos alternativos naturistas, de uso cada vez más frecuente. Estos productos naturales se enfocan en el cuidado del cuerpo, como cosméticos capilares, faciales, entre otros, que utilizan materias primas naturales y sostenibles como aceites esenciales (13%), esencias herbales (10%), coco (10%), miel (6%), aloe vera (5%), avena (4%), argán (3%), frutos secos (2%) entre otros [15].

Según las cifras sectoriales del Ministerio de Agricultura en 2019 [16], la producción de la cadena naturista a nivel mundial está dividida así: el 30% es destinado a la industria farmacéutica, el 40% para la industria alimentaria y el 30% para la industria cosmética.

Por otra parte, la balanza comercial no ha sido positiva para el país y no alcanza a cubrir la demanda interna, evidenciando que cada año se han incrementado las importaciones y disminuido las exportaciones, lo que lleva a determinar que es un sector en auge y que por la riqueza natural del país se puede explotar aún más con la finalidad de generar un mayor impacto no solo en el sector agrícola si no en la economía nacional.

En Colombia el sector naturista genera más 40.000 empleos directos e indirectos; con alrededor 10.000 tiendas naturistas y ventas de $800.000 millones al año, según Agronet [17]. El país se encuentra a nivel mundial como uno de los grandes productores y exportadores para los mercados de Estados Unidos, Canadá e Inglaterra, con requerimientos y estándares de calidad amplia variedad de oferta (aproximadamente 400 especies entre plantas aromáticas y medicinales)

Por otra parte, se ha identificado la brecha tecnológica en la gestión de la cadena que dificulta la integración en mercados más competitivos, por lo que el BSC, basado en TIC, es una herramienta administrativa muy eficiente y la cual se describe a continuación.

B. La gestión de la cadena naturista mediada por TIC – BSC (Balanced Scorecard).

El MinTIC propone mediante el Plan Tic 2018-2022. "El futuro digital es de todos" la cual se "enfoca en el cierre acelerado de brechas digitales, estableciendo a las TIC como un instrumento habilitador del emprendimiento, la legalidad y la equidad para lograr un país más productivo" [18]. El MinTIC propone cinco (5) propósitos transversales [19]: servicios digitales de confianza y calidad; procesos internos seguros y eficientes; decisiones basadas en datos; empoderamiento ciudadano y territorios inteligentes a través de las TIC". (p, 7). Para la cadena naturista se propone el cuadro de mando unificado o Balanced Scorecard – BSC, como la herramienta más idónea para la gestión de la cadena naturista de acuerdo con las características de los negocios asociados.

El BSC de acuerdo con [20] "es una herramienta de gestión estratégica que permite tener bajo control y relacionadas todas aquellas medidas que representan las variables claves para dirigir un negocio", permite interpretar el estado actual organizacional por medio de indicadores

diseñados e implementados para medir las variables y analizar los resultados, para medir el desempeño y alinear la estrategia de la organización, lo que se mide es lo que se quiere lograr. De acuerdo con [21] "El BSC ayuda a generar un mayor conocimiento de la compañía, y a través de ese conocimiento logra fomentar la estructuración de redes comunicativas, que permiten generar una unión en los diversos departamentos de la empresa".

El BCS está orientado a presentar la información de los indicadores de gestión de la organización, en cuatro áreas o perspectivas en las que se debe mirar y medir el desempeño de la organización de acuerdo con [21], [22], [23], [24], las áreas o perspectivas son: financiera, comercial, procesos internos y Aprendizaje y desarrollo.

III. CONCLUSIONES

Es de vital importancia invertir más recursos económicos e intelectuales para seguir desarrollando y fortaleciendo el sector naturista en producción, comercialización y demás aspectos legales para la cadena naturista y para el desarrollo socio económico del país[25]. Así mismo, el producto debe tener una trazabilidad identificable en cada uno de los procesos que se desarrollen en las empresas participantes dentro de la cadena de valor, pero también, considerando la influencia y control de las otras partes interesadas.

Las TIC se han convertido en el soporte de los negocios por medio de estas se superan dificultades en el manejo de la información, generando mejoras en su tratamiento y en la prestación de los servicios. Al implementar un BSC se podrá hacer un seguimiento permanente de la gestión de la organización si así se diseña, para alcanzar los objetivos trazados.

En este escenario se propone crear cadenas productivas que agreguen valor a los productos y se incluya la innovación como estrategia para generar ventajas competitivas [10]. También es necesario formalizar las microempresas y proporcionar un paquete de ayuda integral para fortalecer el aparato productivo y el desarrollo digital.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a Universidad Nacional Abierta y a Distancias que ha patrocinado la investigación: *Modelo de sistema de información y caracterización de los microempresarios de la cadena naturista en el departamento de Cundinamarca.*

REFERENCIAS

[1] Y. Jiménez, "Gobernanza y escalonamiento en las cadenas globales de valor," *Fac. Ciencias Económicas y Empres. Univ. Pinar del Río, Cuba*, vol. 1, no. April, pp. 1–12, 2018.

[2] J. G. Isaza, "Cadenas productivas. Enfoques y precisiones conceptuales," *Sotavento MBA*, no. 11, pp. 8–25, 2008.

[3] DNP, "CONPES 4023. Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente: nuevo compromiso por el futuro de Colombia." Departamento Nacional de Planeación, Bogotá D.C., pp. 1–183, 2021.

[4] Gobernación de Cundinamarca, "Plan Departamental de Desarrollo 2020- 2024. Cundinamarca Región que progresa." Bogotá D.C., pp. 8–110, 2020, [Online]. Available: http://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/37b90ffc-f445-462b-8faa-8a16f4427fe8/PLAN+DE+DESARROLLO+PLIEGOS1_compressed.pdf?MOD=AJPERES&CVID=njCfayi&CVID=njCfayi&CVID=njCfayi&CVID=njCfayi&CVID=njCfayi.

[5] Alcaldía Mayor de Bogotá, "Plan de Desarrollo Distrital 2020-2024. Bogotá durante y despues de la pandemia." p. 92, 2020.

[6] DPN, "Decreto 1821 de 2020. Decreto Reglamentario del sistema General de Regalías-SGR." Bogotá D.C., pp. 1–106, 2020.

[7] Congreso de la República de Colombia, "Ley-2056-de-2020. Organización y Funcionamiento del Sistema General de Regalías-SGR." Bogotá D.C., pp. 1–76,

2020.
[8] MinTrabajo, "MiPymes representan más de 90% del sector productivo nacional y generan el 80% del empleo en Colombia": ministra Alicia Arango," 2019. https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/comunicados/2019/septiembre/mipymes-representan-mas-de-90-del-sector-productivo-nacional-y-generan-el-80-del-empleo-en-colombia-ministra-alicia-arango (accessed Jul. 05, 2021).
[9] CEPAL, "La pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19): una oportunidad de aplicar un enfoque sistémico al riesgo de desastres en el Caribe." pp. 1–38, 2021.
[10] C. Morales, R. Pérez, L. Riffo, and A. Williner, "Desarrollo territorial sostenible y nuevas ciudadanías: Consideraciones sobre políticas públicas para un mundo en transformación," 2021, no. December 2020, pp. 1–53.
[11] S. Herreros, *América Latina y el Caribe en las cadenas globales de valor*. 2017.
[12] Naciones Unidas, "Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y El Caribe.," *"Patrimonio" Econ. Cult. Y Educ. Para La Paz*, vol. 1, no. 11, 2017.
[13] Gobernación de Cundinamarca, "Plan Nacional de Desarrollo Cundinamarca. 2016-2020." Gobernación de Cundinamarca, Bogotá D.C., p. 240, 2016.
[14] ONU, "El Pacto Mundial," 2000.
[15] Procolombia, "Los productos naturales de Colombia hacen parte de la industria cosmética," 2020. .
[16] Ministerio de Agricultura, "Cadena de Plantas Aromaticas, Medicinales, Condimentarias y Afines PAMCA. Indicadores e Instrumentos," Bogotá, 2018.
[17] D. Flórez and M. Zuluaga, "Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano," *Plantas Aromáticas, Med. Condimentarias y Afines*, p. 47, 2016.
[18] MinTic, "Plan Tic 2018-2022. El futuro digital es de todos," pp. 1–105, 2018, [Online]. Available: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-101922_Plan_TIC.pdf.
[19] MinTic, "Marco de la Transformación Digital para el Estado Colombiano," p. 86, 2020, [Online]. Available: https://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/articles-149178_recurso_1.pdf.
[20] V. Vega and D. Lluglla, "El Balanced Scorecard como Herramienta de Gestión Organizacional," *Rev. Cient. Ecociencia*, vol. 6, no. 2, pp. 1–24, 2019.
[21] L. C. Quintero-Beltrán and L. M. Osorio-Morales, "Balanced Scorecard como herramienta para empresas en estado de crisis," *Rev. CEA*, vol. 4, no. 8, pp. 75–94, 2018, doi: 10.22430/24223182.1049.
[22] J. Vásquez, "Metodología de implantación de modelo balanced Scorecard para la gestión estratégica. Caso: pymes del perú," 2015, [Online]. Available: https://hdl.handle.net/11042/2771.
[23] M. P. Betancourt, K. J. Castro, O. A. Rodríguez, and S. Ruano, "Aplicación del Balanced Scorecard como Herramienta Estratégica y de Mejora en la Competitividad de las Pymes Ecuatorianas: Una Revisión del Año 2009 al 2019," *Rev. electrónica TAMBARA*, vol. 11, no. 66, pp. 921–941, 2020, [Online]. Available: http://tambara.org/wp-content/uploads/2020/04/BSC_en-PYMEs_ecuatorianas_Betancourt-et-al.pdf.
[24] G. Carvajal, M. Velasquez, C. Cabache, and E. Caicedo, "Fortalecimiento de las empresas comerciales mediante la aplicación de un cuadro de mando integral," vol. 5, pp. 1–15, 2021, [Online]. Available: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7887986.pdf.
[25] Ministerio de Agricultura, "Cadena de Plantas Aromaticas, Medicinales, Condimentarias y Afines," *Junio*, p. 19, 2019.

Cadena de suministro para el turismo en el Departamento de Sucre.

Ana Castro-Vergara
José Ruiz-Meza
Ingeniería industrial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
anam.castrov@unad.edu.co
jose.ruiz@unad.edu.co

Jairo Martínez Banda
Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
jairo.martinez@unad.edu.co

Resumen - El turismo es uno de los sectores de mayor desarrollo a nivel mundial. Este sector ha sufrido un gran impacto debido a la pandemia del COVID-19 afectando el desarrollo económico, social y ambiental a lo largo de todos los actores de la cadena. Por lo cual, los procesos de reactivación económica con base a un aislamiento selectivo, se cimienta en el distanciamiento social, el autocuidado y organizar eficientemente la estructura de la cadena. En este documento se realiza una caracterización del estado actual de la cadena de suministro del turismo en el departamento de Sucre. Se identificaron los eslabones y principales actores, servicios primarios y secundarios ofrecidos, sitios de interés para el turismo y la tipología.

Palabras clave— turismo, cadena de suministro, caracterización, alojamiento, transporte turístico.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Alcance

El alcance propuesto con esta investigación es de tipo exploratorio [1], adicional al factor incierto que se puede presentar en los procesos de reactivación post-COVID19 en el turismo de Sucre. La investigación se aplicará al corredor turístico de Sabanas y Golfo de Morrosquillo establecido según el registro nacional de turismo del Viceministerio de Turismo [2], principalmente en el turismo de sol y playa que es el más representativo de la región [3].

Metodología

La filosofía propuesta en el desarrollo de esta investigación es positivista con alcance exploratorio, debido que se asocia a un problema focalizado en la cadena de suministro para el turismo del Departamento de Sucre, en momentos y lugar específicos, con la proyección de integrar modelos matemáticos de optimización; esta filosofía tiene como base el uso de métodos matemáticos que demuestren el rigor científico [4], [5]. Se emplean métodos cuantitativos con base al proceso de caracterización y análisis de información a través de herramientas de apoyo estadístico.

Metodológicamente se desarrolla en dos fases de investigación:

- Selección y análisis de bases de datos y criterios de búsqueda sobre cadena de suministro del sector turismo del departamento de sucre.
- Análisis de la cadena de suministro del sector turismo del departamento de sucre a través de las bases de datos de la cámara de comercio de Sincelejo, con el objeto de identificar la estructura de la cadena, los

Este trabajo está financiado por la Convocatoria 009 de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (proyecto 2021/00041/001 Ref.: PS2320202).

principales eslabones, actores y servicios que ofrecen.

Para la construcción de las bases de datos se tuvo en cuenta la división existente por subregiones, municipios y tipos de turismo del departamento de Sucre. Obteniendo diversas clasificaciones de las instancias a través de matrices y análisis de los actores y eslabones de la cadena turística con base a [6].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antecedentes

La cadena de suministro para el turismo (CST) consiste en una red constituida por un conjunto de organizaciones públicas y privadas que se encargan del diseño, producción, organización y oferta de los diferentes productos y actividades turísticas, considerando servicios como los son el transporte, alojamiento, alimentación, entre otros [7]. Fig. 1.

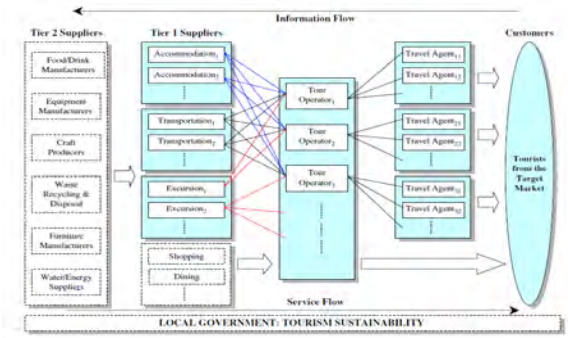


Fig. 1. Estructura general de la cadena de suministro para el turismo. Fuente: tomado de [7].

En este sentido, la administración de la cadena de suministro en el sector turístico comprende el estudio de todos los actores que participan en la planificación, prestación del servicio y comercialización de un producto o servicio [8].

Según [9] se puede presentar la estructura del canal de distribución turístico en dos extensiones: longitud y amplitud. Entendiéndose la longitud como el número de intermediaciones que pueden existir entre el productor de servicio turístico y el cliente. Mientras que la amplitud representa los servicios turísticos que se comercializan, las alternativas que tiene un proveedor para vender, como los diferentes clientes. De esta manera, la TSC se puede definir también como un conjunto de actores entre los que se encuentran las agencias de viajes, operadores turísticos y centrales de reserva o sistemas globales de distribución (GDS) que interrelacionándose entre ellos generan un conjunto de elementos y relaciones comerciales conocido como la administración de la cadena de suministro [8].

El turismo hace parte del sector de los servicios, se ha convertido en una de las industrias que genera ingresos representativos, y fortalece el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar su competitividad [10], [11].

Según los informes de la Organización Mundial del Turismo (UNWTO) (2017, 2018, 2019, 2020), se evidencia un aumento significativo del arribo de turistas antes del COVID-19. Sin embargo, los viajes y el turismo fueron afectados impactando la economías y diversos aspectos sociales y ambientales [12] .

Por esta razón, el Colombia se apuesta a convertirlo en el “nuevo petróleo” [13]. Sin embargo, la situación actual generada por el nuevo coronavirus SARS-CoV-2 ha impactado el desarrollo del turismo [12].

Esta crisis conlleva a repensar el turismo de Colombia y principalmente en Sucre, de acuerdo con los lineamientos gubernamentales para mantener el aislamiento selectivo y evitar las aglomeraciones; la crisis sanitaria y de salud es una oportunidad para reinventar el turismo, mejorar los problemas de competitividad que se evidenciaron antes de la pandemia y adaptarse al cambio de turismo personalizado (Según el Índice Regional de Competitividad para el turismo, Sucre se ubicó en las últimas posiciones de Colombia) [14]–[16].

Diagnóstico del turismo en el departamento de Sucre

1. Proveedores Primarios

Dentro de la cadena de suministro del turismo en Sucre, los proveedores primarios ofrecen servicios turísticos como alojamiento, comidas, bebidas y transporte turístico. Adicionalmente, están los sitios de interés como centros de recreación, tiendas turísticas, playas, museos, templos, entre otros.

Tabla 1. Servicios turísticos de los proveedores primarios en Sucre.

Proveedor	Servicio turístico
PRIMARIOS	Alojamiento
	Comidas y bebidas
	Transporte turístico

Fuente: Los autores.

a. Alojamiento

Generalmente el alojamiento en una cadena de suministro es vista como una red de organizaciones que se dedican a diferentes actividades de hospitalidad, incluyendo el suministro de varios productos y/o servicios [17]. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia define a través de la Ley 1101 de 2006 y el decreto 2119 de 2018 la prestación del servicio de alojamiento turístico como aquellos bienes e inmuebles donde se presta el servicio de hospedaje turístico. El decreto 2119 (2018) establece tres modalidades de servicios de alojamiento turístico: los establecimientos de alojamiento turístico (hoteles, centros vacacionales, hostales y campamentos y otros establecimientos de comercio que mantengan una oferta habitual), la vivienda turística (que también incluye fincas y apartamentos) y otros tipos de hospedaje turístico no permanente.

Este servicio se encuentra ofrecido en el 84.6% de las ciudades con las que cuenta Sucre (22 de 26 ciudades) distribuidas dentro de las cinco subregiones naturales, convirtiéndose en uno de los principales servicios turísticos ofrecidos en Sucre. Según la cámara de comercio de Sincelejo, hasta el año 2020 se encontraban registrados 1176 establecimientos que ofrecen este servicio entre agencias, establecimientos de comercio, personas naturales, sociedad o persona jurídica. Los establecimientos principales son los de comercio (54.1%) y como persona natural (43.2%).

Desde el punto de vista de distribución por subregión, la principal subregión del departamento de sucre donde se brinda este servicio turístico es el golfo de Morrosquillo con un 73.21% de los establecimientos de alojamiento del departamento, como se observa en la tabla 2. Esto permite concluir que por ser una región de sol y playa su principal característica es el turismo.

Tabla 2. Número de alojamientos por ciudades en el departamento de sucre.

Subregión	Ciudad	Número de establecimientos	Frecuencia
Morrosquillo	Coveñas	503	73.21%
	Tolú	230	
	San Onofre	123	
	Toluviejo	4	
	Palmito	1	
Sabanas	Sincelejo	183	19.47%
	Corozal	22	
	Sampués	12	
	Los Palmitos	4	
	San Pedro	4	
	Sincé	3	
	Buenavista	1	
San Jorge	San Marcos	27	3.49%
	La Unión	8	
	Caimito	4	
	San Benito Abad	2	
Las Mojana	Majagual	21	2.98%

	Guaranda	10	
	Sucre	4	
Montes de María	Ovejas	6	0.85%
	Chalan	2	
	Morroa	2	
TOTAL		1176	100.0%

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

Las principales actividades económicas de alojamiento suministradas por estos establecimientos son alojamiento en apartahoteles, alojamiento en centros vacacionales, alojamiento en hoteles, alojamiento rural, otros tipos de alojamiento n.c.p y otros tipos de alojamiento para visitantes distribuidas en 22 ciudades del departamento.

En la tabla 3 se observa que la subregión del Golfo de Morrosquillo presenta los dos tipos de alojamientos más frecuentes de Sucre como son el alojamiento en hoteles con un 48.6 % y el alojamiento en apartahoteles con un 33.7%.

Tabla 3. Actividad económica de los alojamientos en el departamento de sucre.

Actividad económica	**Número de establecimientos**	**Frecuencia**	**Ciudades**
Alojamiento en apartahoteles	396	33.7%	Corozal (4), Coveñas (238), Los Palmitos (2), San Marcos (3) San Onofre (48), Sincelejo (12), Tolú (89)
Alojamiento en centros vacacionales	17	1.4%	Coveñas (12), Sampués (1), San Onofre (4),
Alojamiento en hoteles	572	48.6%	Buenavista (1), Caimito (2), Corozal (13), Coveñas (177), Guaranda (10), La Unión (8), Los Palmitos (2), Majagual (21), Ovejas (4) Palmitos (1), Sampués (9), San Benito Abad (2), San Marcos (22), San Onofre (36), San Pedro (4), Sincé (3), Sincelejo (139), Sucre (4), Tolú (111), Toluviejo (3)
Alojamiento rural	8	0.7%	Coveñas (4), San Onofre (4)
Otros tipos de alojamiento n.c.p.	10	0.9%	Caimito (2), Corozal (3), Coveñas (2), San Onofre (1), Sincelejo (2)
Otros tipos de alojamiento para visitantes	173	14.7%	Chalan (2), Corozal (2), Coveñas (70), Morroa (2), Ovejas (2), Sampués (2), San Marcos (2), San Onofre (30), Sincelejo (30), Tolú (30), Toluviejo (1)
TOTAL	1176	100%	

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

b. Comidas y bebidas

En cuanto a proveedores de comidas y bebidas, se estima que 1633 organizaciones entre establecimientos de comercio, persona natural, sociedad o persona jurídica y sucursal, ofrecen este tipo de servicio en Sucre. Se encuentra que estas organizaciones están legalmente constituidas como establecimientos de comercio (49.17%) y personas naturales (48.93%), lo que permite inferir una formalidad en la prestación de este servicio turístico.

Estos establecimientos se encuentran ubicados en 23 municipios del departamento. Solo en 3 municipios de Sucre no se tiene registro de establecimientos de comidas y bebidas (El Roble, Buenavista y Caimito).

La mayor representación de los establecimientos de comida y bebidas en Sucre se encuentran ubicados en la subregión

de la Sabana, con un 70.06%, con presencia en la ciudad de Sincelejo. Adicionalmente, en la tabla 4 se observa que este tipo de servicio logístico es ofrecido con mayor frecuencia en los municipios de Coveñas, Corozal, Tolú, San Onofre y Sampués.

Tabla 4. Número de establecimientos de comidas y bebidas por ciudades en el departamento de sucre.

Subregión	Ciudad	Número de establecimientos	Frecuencia
Sabanas	Sincelejo	**859**	70.06%
	Corozal	**149**	
	Sampués	**50**	
	Los Palmitos	25	
	San Pedro	25	
	Sincé	14	
	Galeras	8	
	San Juan de Betulia	14	
	Buenavista	0	
Morrosquillo	Coveñas	**137**	18.74%
	Tolú	**88**	
	San Onofre	55	
	Toluviejo	24	
	Palmito	2	
San Jorge	San Marcos	48	4.78%
	La Unión	18	
	Caimito	0	
	San Benito Abad	12	
Montes de María	Ovejas	20	3.31%
	Chalan	2	
	Coloso	1	
	Morroa	31	
Las Mojana	Majagual	20	3.12%
	Guaranda	17	
	Sucre	14	
TOTAL		1633	100.0%

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

El principal tipo de actividad económica a nivel de comidas y bebidas en Sucre son los restaurantes denominados "expendios a la mesa de comidas preparadas", los cuales tienen una representación de un 61.4% en los municipios del departamento. En menor proporción encontramos otros tipos de expendio de comidas preparadas n.c.p con un 26.1%, restaurantes o expendios de comidas preparadas en cafeterías con un 8.6%, elaboración de comidas y platos preparados con un 2.1% y menor a un 1% las actividades de otros servicios de comidas y expendio por autoservicio de comidas preparadas, como se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Tipos de actividad económica de los establecimientos de comidas y bebidas en el departamento de sucre.

Actividad económica	Número de establecimientos	Frecuencia	Ciudades
Restaurantes o Expendio a la mesa de comidas preparadas	1003	61.4%	Toluviejo (18), Tolú (71), Sucre (12), Sincelejo (473), Sincé (7), San Pedro (20), San Onofre (45), San Marcos (30), San Juan de Betulia (8), San Benito Abad (7), Sampués (32), Palmito (2), Ovejas (12), Morroa (18), Majagual (19), Los Palmitos (13), La unión (17), Guaranda (10), Galeras (5), Coveñas (103), Corozal (78), Coloso (1), Chalan (2)
Otros tipos de expendio de comidas preparadas n.c.p.	427	26.1%	Corozal (42), Coveñas (23), Galeras (3), Los Palmitos (8), Majagual (1), Morroa (9), Ovejas (7), Sampués (18), San Juan de Betulia (4), San Marcos (4), San Onofre (10), San Pedro (2), Sincé (2), Sincelejo (274), Sucre (2), Tolú (13), Toluviejo (5)

Restaurantes o Expendio de comidas preparadas en cafeterías	140	8.6%	Corozal (24), Coveñas (5), Guaranda (7), La Unión (1), Los Palmitos (4), Morroa (1), Ovejas (1), San Benito Abad (4), San Juan de Betulia (2), San Marcos (12), San Pedro (3), Sincé (2), Sincelejo (70), Tolú (4)
Elaboración de comidas y platos preparados	34	2.1%	Coveñas (2), Sincelejo (31), Toluviejo (1)
Actividades de otros servicios de comidas	17	1.0%	Sincelejo (6), Sincé (3), San Benito Abad (1), Morroa (2), Coveñas (2), Corozal (3)
Expendio por autoservicio de comidas preparadas	12	0.7%	Sincelejo (5), San Marcos (2), Morroa (1), Coveñas (2), Corozal (2)
TOTAL	1633	100%	

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

c. Transporte turístico

La función del transporte se define como el conjunto de actividades necesarias para ubicar los productos en los sitios o lugares de destino oportunos teniendo en cuenta factores de seguridad, servicios y costo [18]. De ahí la importancia que tiene el transporte de carga en la gestión empresarial convirtiéndose en un factor clave para la entrega oportuna de productos a los clientes finales de la cadena de suministro.

Según [6], para el año 2020 en el departamento de Sucre se tiene aproximadamente 428 organizaciones que ofrecen el servicio de transporte en las diferentes modalidades. El 75% de estas organizaciones se encuentran registrados como establecimiento de comercio (39.3%) y como persona natural (35.7%). En menor medida encontramos un 18.2% como sociedad o persona jurídica y un 6.8% como sucursal o agencias.

Estas organizaciones se encuentran ubicados en 22 municipios de Sucre en las modalidades de transporte terrestre, fluvial, marítimo, mixto y en menor medida, el aéreo.

Estas organizaciones se encuentran ubicados mayormente en la subregión de la Sabana, con un 62.62%, principalmente en la ciudad de Sincelejo, a nivel de transporte terrestre de pasajeros. Adicionalmente, este tipo de servicio logístico es ofrecido en un 24.07% en la subregión Golfo de Morrosquillo en la modalidad de transporte de pasajeros marítimo y de cabotaje. (Tabla 6).

Tabla 6. Número de establecimientos de transporte por ciudades en el departamento de sucre.

Subregión	Ciudad	Número de establecimientos	Frecuencia
Sabanas	Sincelejo	212	62.62%
	Corozal	26	
	San Pedro	11	
	Sampués	6	
	Buenavista	4	
	El Roble	3	
	Galeras	3	
	Los Palmitos	2	
	Sincé	1	
Morrosquillo	Coveñas	36	24.07%
	Tolú	55	
	San Onofre	4	
	Toluviejo	8	
	Palmito	0	
San Jorge	San Marcos	18	6.78%
	La Unión	5	
	Caimito	2	
	San Benito Abad	4	
Las Mojana	Majagual	3	4.44%
	Guaranda	11	
	Sucre	5	
Montes de María	Morroa	6	2.10%
	Ovejas	3	
	Chalan	0	

Total	428	100.0%

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

El transporte terrestre ocupa el 76.6% del medio más utilizado en Sucre con una participación entre el transporte de carga por carretera y el transporte de pasajeros. Como segundo medio de transporte se tiene el marítimo ofrecido por la subregión del golfo de Morrosquillo (14.1%). El transporte fluvial de pasajeros y carga en visible en la subregión de La Mojana, con una representación menor al 2% del transporte de Sucre. Las actividades complementarias al transporte tienen una menor participación y se ven reflejadas en las otras subregiones del departamento, como se observa en la tabla 7.

A pesar de que el departamento de Sucre cuenta con un aeropuerto ubicado en la ciudad de Corozal, este aún no representa una dimensión significativa como medio de transporte turístico para el departamento.

Tabla 7. Tipos de transportes en el departamento de sucre.

Actividad económica	Número de establecimientos	Frecuencia	Ciudades
Transporte de carga por carretera	122	28.5%	Corozal (9), El Roble (2), Galeras (1), Guaranda (2), La Unión (2), Los Palmitos (2), Morroa (4), Sampués (3), San Marcos (5), San Onofre (1), San Pedro (7), Sincelejo (74), Tolú (3), Toluviejo (7)
Transporte de pasajeros	122	28.5%	Buenavista (4), Caimito (2), Corozal (7), Coveñas (12), El Roble (1), Galeras (1), La Unión (3), Majagual (1), Morroa (2), Ovejas (3), Sampués (3), San Benito Abad (4), San Marcos (8), San Onofre (3), San Pedro (3), Sincé (1), Sincelejo (48), Sucre (1), Tolú (14), Toluviejo (1)
Actividades de estaciones vías y servicios complementarios para el transporte terrestre	84	19.6%	Corozal (8), Guaranda (2), San Marcos (2), Sincelejo (70), Tolú (2)
Transporte de pasajeros marítimo y de cabotaje	39	9.1%	Coveñas (6), Sincelejo (2), Tolú (31)
Otras actividades complementarias al transporte	21	4.9%	Coveñas (9), Sincelejo (7), Tolú (4), San Marcos (1)
Transporte mixto	19	4.4%	Corozal (2), Galeras (1), Guaranda (5), Majagual (2), San Marcos (1), San Pedro (1), Sincelejo (7),
Actividades de puertos y servicios complementarios para el transporte acuático	14	3.3%	Tolú (1), Sincelejo (4), Coveñas (9)
Transporte fluvial de pasajeros	5	1.2%	Sucre (2), San Marcos (1), Guaranda (2)
Transporte fluvial de carga	2	0.5%	Sucre (2)
TOTAL	428	100%	

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

2. Proveedores Secundarios

Por otra parte, en Sucre los proveedores de segundo nivel son los encargados de suministrar los servicios de agua, gas,

energía, recolección de residuos sólidos, entre otras actividades que impactan indirectamente al turismo.

A nivel de producción de gas y distribución de combustibles gaseosos por tuberías, hay dos empresas, ambas constituidas como Agencias. También existen cuatro empresas al comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y productos conexos.

De acuerdo con [6], durante el 2020 existen 10 empresas registradas en la generación, comercialización y distribución de energía eléctrica en el departamento de sucre.

El servicio de tratamiento y distribución de agua en el departamento de sucre generalmente está gestionado por las empresas de servicio público de acueducto y alcantarillado que tiene cada municipio. Existen otras 46 empresas dedicadas al embotellamiento y distribución de otras aguas para el consumo humano ubicadas principalmente en la subregión de la sabana.

A nivel del manejo de los residuos orgánicos, residuos ordinarios aprovechables y manejo especial, en Sucre se tiene a la Corporación Autónoma Regional, CARSUCRE, quien se constituye como entidad ambiental encargada de la vigilancia, la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales para la subregión de la Sabana, Montes de María y Golfo de Morrosquillo. Para la subregión de La Mojana y San Jorge, la entidad de vigilancia es la Corporación Autónoma Regional CORPOMOJANA.

Tabla 8. Proveedores secundarios de la cadena turística de Sucre.

Proveedor	Actividad económica	Número de empresas	Municipios
Energía	Comercialización de energía eléctrica	1	Corozal (1)
	Distribución de energía eléctrica	1	San Benito Abad (1)
	Generación de energía eléctrica	7	San Onofre (1), Sincelejo (4), Tolú (1), Toluviejo (1)
	Transmisión de energía eléctrica	1	Sincé (1)
Gas	Producción de gas y distribución de combustibles gaseosos por tuberías	2	Sincelejo (2)
	Comercio al por mayor de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y productos conexos.	4	Tolú (2) Coveñas (1) Sincelejo (1)
Agua	Captación tratamiento y distribución de agua	90	Buenavista (2), Caimito (2), Chalan (1), Coloso (2), Corozal (6), El Roble (4), Galeras (2), Guaranda (1), La Unión (3), Los Palmitos (2), Majagual (2), Morroa (2), Ovejas (2), Palmito (2), Sampués (2), San Juan de Betulia (4), San Marcos (4), San Onofre (1), San Pedro (4), Sincé (1), Sincelejo (35), Sucre (1), Tolú (3), Toluviejo (2)
	Elaboración de bebidas no alcohólicas producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas	46	Corozal (7), Coveñas (2), La Unión (1), Majagual (2), Sampués (1), San Pedro (2), Sincelejo (27), Tolú (4),
Manejo de los Residuos Orgánicos, Residuos Ordinarios Aprovechables (Vidrio, Plástico, Papel y Cartón) y Manejo especial	Corporación Autónoma Regional, CARSUCRE	1	Subregión de la Sabana, Montes de María y Golfo de Morrosquillo
	Corporación Autónoma Regional	1	Subregión de La Mojana y San Jorge

(Equipos electrónicos, periféricos, luminarias y tonners)	CORPOMOJANA.		

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

3. Operadores Turísticos

Las organizaciones operadoras turísticas y las agencias de viajes se encargan de la intermediación turística a nivel local, nacional e internacional. A nivel local en Sucre, el operador turístico puede constituirse en un actor clave dentro de la cadena de suministro como gestor y dinamizador de productos y servicios de rutas turísticas rural y regional [19].

En Sucre, este servicio se encuentra ofrecido solo en cuatro ciudades de las 26 con las que cuenta el departamento distribuido en dos subregiones, Sabana y Golfo de Morrosquillo.

Según [6], hasta el año 2020 se tienen registradas 14 establecimientos que ofrecen este servicio. Se tiene que el mayor registro de estos se refleja como establecimientos de comercio (50%).

Adicionalmente a las actividades de operadores logístico, existen cinco (5) empresas que también ofrecen actividades como agencias de viaje, dos (2) a transporte de pasajeros marítimo y de cabotaje y una (1) a transporte mixto.

Tabla 9. Número de establecimientos con actividades de operadores turísticos en el departamento de sucre.

Actividad económica	Número de establecimientos	Frecuencia	Ciudades
Actividades de operadores turísticos	14	100,0%	Coveñas (6), San Onofre (2), Tolú (4), Sincelejo (2)
TOTAL	14	100%	

Fuente: Cámara de comercio de Sincelejo, 2021.

De acuerdo con [6], durante el año 2020 en el departamento de Sucre existen 14 organizaciones que ofrecen los servicios de operadores turísticos ubicados principalmente en las subregiones del Golfo de Morrosquillo y La sabana, con un 86% y 14% de participación, respectivamente. Esto quiere decir que este tipo de servicio logístico es ofrecido mayormente en el Golfo dado la modalidad turística de esta subregión de sol y playa. (Tabla 10).

Tabla 10. Número de operadores turísticos por ciudades en el departamento de sucre.

Subregión	Ciudad	Número de establecimientos	Frecuencia
Morrosquillo	Coveñas	6	86.0%
	Tolú	4	
	San Onofre	2	
	Toluviejo	0	
	Palmito	0	
Sabanas	Sincelejo	2	14.0%
Total		14	100%

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

4. Agencias De Viaje

Los intermediarios turísticos son importantes canales de comercialización y promoción de los productos y/o servicios turísticos entre proveedores y consumidores potenciales [20]. Es aquí donde las agencias de viajes presentan un nivel de interacción directo y personificado con los consumidores potenciales.

Existen hasta el año 2020, 51 organizaciones que ofrecen el servicio de agencias de viajes entre establecimientos de comercio (52.9 %), persona natural (23.5%) y sociedad o persona jurídica (23.5%).

Las Agencias de viaje en Sucre se dedican a otras actividades de comercialización de servicios turísticos adicionales, como son

actividades de operadores logístico (13 organizaciones), transporte aéreo nacional de pasajeros (12 organizaciones), otras actividades de servicio de apoyo a las empresas n.c.p, (4 empresas) y 2 empresas dedicadas al alojamiento de turistas.

Tabla 11. Número de agencias de viajes en el departamento de Sucre.

Actividad económica	Número de establecimientos	Frecuencia	Ciudades
Actividades de Agencias de viajes	51	100.0%	Coveñas (6), San Marcos (1), Sincé (3), Tolú (11), Sincelejo (30)
TOTAL	51	100%	

Fuente: construcción de los autores con base en [6].

En la tabla 12, se observa que las subregiones de la Sabanas y del Golfo de Morrosquillo presentan el mayor número de organizaciones que ofrecen el servicio de agencias de viaje, concentrándose mayormente en la capital Sincelejo con un 64.7% y las ciudades costeras del Golfo como son Coveñas y Tolú, 33.3%. En menor proporción encontramos otras empresas de agencias de viajes en la subregión del San Jorge con San Marcos (1).

Tabla 12. Número de agencias de viajes por ciudades en el departamento de Sucre.

Subregión	Ciudad	Número de establecimientos	Frecuencia
Sabanas	Sincelejo	30	64.7%
	Sincé	3	
	Ovejas	0	
	Chalan	0	
Morrosquillo	Coveñas	6	33.3%
	Tolú	11	
	San Onofre	0	
	Toluviejo	0	
	Palmito	0	
San Jorge	San Marcos	1	1.96%
	La Unión	0	
	Caimito	0	
	San Benito Abad	0	
Total		51	100.0%

Fuente: Construcción de los autores con base en [6].

5. Turista

De acuerdo con el Centro de Información Turística de Colombia (CITUR), en Sucre los visitantes extranjeros no residentes reportaban un aumento aproximado de un 14% entre los años 2016 y 2019. Sin embargo, para el año 2020 solo se reportó un total de 463 turistas, casi un 69% menos que el un número de turistas reportados en el año 2019 (1496 turistas) [21].

La cadena de suministro para el turismo en Sucre presenta grandes similitudes con referencia a la cadena de suministro para el turismo general. Debido a que se mantiene la estructura de los eslabones que la conforman. Sin embargo, dadas las condiciones de desarrollo y competitividad de Sucre, el turismo se ve limitado; Sucre es uno de los departamentos menos competitivos turísticamente en Colombia según el reporte del Índice Regional de Competitividad para el Turismo [16]. Esto se refleja en que no se evidencian todos los actores descritos en [7]. Adicionalmente, se observa un nivel bajo de arribos turísticos con respecto a otras zonas turísticas del país, a pesar de que Sucre presenta mucho potencial por su división en cinco subregiones que aportan diferentes culturas, historia, economías, geografías, esto es, soporte para diferentes tipos de turismo. El origen de las limitaciones se asocia a diferentes criterios de infraestructura, transporte e inversión pública y privada.

Por lo cual, es necesario que se desarrollen políticas y programas que permitan mejorar las condiciones actuales. En este sentido, en el Plan y Acuerdo Estratégico

de Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación (PAED), el turismo es señalado como uno de los cinco focos clave de desarrollo en Sucre y es priorizado para la apuesta de inversión [22].

III. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este proyecto se realizó una caracterización inicial del sector turismo del departamento de Sucre. Se genera una estructuración de la información correspondiente a la cadena, mediante la identificación de los diferentes eslabones y actores que hacen parte del turismo en Sucre. Las subregiones más importantes en el sector turístico son la del Golfo de Morrosquillo y Sabanas, afianzando el turismo de sol y playa como principal actividad turística de Sucre. Estas dos subregiones generan el mayor aporte de ofertas del turismo en cada uno de los eslabones de la cadena de suministro. Esto, debido al gran potencial de turismo de sol y playa de Sucre que se encuentra en los municipios de Coveñas, Santiago de Tolú y San Onofre pertenecientes al Golfo.

De igual modo, la mayoría de los intermediarios turísticos (agentes y operadores) se encuentran en la ciudad capital de Sucre (Sincelejo) ubicada en la Sabana. En cuanto a servicios de alojamiento, Coveñas y Santiago de Tolú son los municipios con mayor número de establecimientos dedicados a este rubro (57.27%). Por otra parte, en Sincelejo se ubican la mayoría de los establecimientos de comidas y bebidas, y los servicios de transporte (52.6% y 47.89%, respectivamente).

Posteriormente, con la información recolectada, se constituye base de datos de entrada para el desarrollo de herramientas que permitan la construcción de itinerarios turísticos.

REFERENCIAS

[1] R. Hernández Sampieri, C. Fernandez Collado, and P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*, Sexta edic. 2014.

[2] Viceministerio de Turismo, "Listado de atractivos turísticos de Sucre," Sincelejo, Sucre, 2020.

[3] Gobernación de Sucre; Fondo de Promoción Turística - Colombia, "Plan estratégico de desarrollo turístico de Sucre 2011-2020. Documento ejecutivo." Sincelejo, Sucre, pp. 1–55, 2011.

[4] P. Khanna, "Positivism and Realism BT - Handbook of Research Methods in Health Social Sciences," P. Liamputtong, Ed. Singapore: Springer Singapore, 2018, pp. 1–18.

[5] E. Landeros-Olvera, B. C. Salazar-González, and E. Cruz-Quevedo, "La influencia del positivismo en la investigación y práctica de la enfermería," *Index de Enfermería*, vol. 18, pp. 263–266, 2009.

[6] Cámara de Comercio de Sincelejo, "Listado de agencias de viaje y operadores turísticos de Sucre," Sincelejo, Sucre, 2021.

[7] X. Zhang, H. Song, and G. Q. Huang, "Tourism supply chain management: A new research agenda," *Tour. Manag.*, vol. 30, no. 3, pp. 345–358, 2009.

[8] J. C. Pérez, M. C. García, and E. Galdeano, "Spanish tourist supply chain: An analysis of the intermediation," *Cuad. Tur.*, no. 34, pp. 251–264, 2014.

[9] B. del Alcázar, *Los canales de distribución en el sector turístico*. Madrid: ESIC Editorial, 2002.

[10] D. Labanauskaitė, M. Fiore, and R. Stašys, "Use of E-marketing tools as communication management in the tourism industry," *Tour. Manag. Perspect.*, vol. 34, no. November 2019, 2020.

[11] P. Vargas and J. L. Leiva, "Prototipo de sistema de recomendacion grupal en un destino," *ROTUR, Rev. Ocio y Tur.*, vol. 9, pp. 62–81, 2015.

[12] F. Higgins-Desbiolles, "Socialising tourism for social and ecological justice after COVID-19," *Tour. Geogr.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–14, 2020.

[13] Ministerio de Comercio Industria y Turismo, "Plan Nacional Sectorial del Turismo 2018 - 2022. 'Por un turismo que construya país,'" 2018.

[14] G. Bertella, "Re-thinking sustainability and

food in tourism," *Ann. Tour. Res.*, no. July, p. 103005, 2020.

[15] W. Zheng, H. Ji, C. Lin, W. Wang, and B. Yu, "Using a heuristic approach to design personalized urban tourism itineraries with hotel selection," *Tour. Manag.*, vol. 76, no. 422, p. 103956, 2020.

[16] Centro de Pensamiento Turístico de Colombia, "Índice de Competitividad Turística Regional de Colombia - ICTRC 2018.," 2018.

[17] X. Xu and D. Gursoy, "Influence of sustainable hospitality supply chain management on customers' attitudes and behaviors," *Int. J. Hosp. Manag.*, vol. 49, pp. 105–116, 2015.

[18] L. A. Mora-García, *Logistica del transporte y distribucion de carga*, vol. 53, no. 9. ECOE Ediciones, 2008.

[19] S. Garry and R. Martínez, "Fortalecimiento de la cadena de turismo en el Departamento de La Libertad, El Salvador," Ciudad de México, 2016.

[20] A. Calveras and F. Orfila, "Un análisis económico de la intermediación en el sector turístico," *Cuad. Econ.*, vol. 33, no. 91, pp. 67–94, 2010.

[21] Centro de Información Turística de Colombia - CITUR, "Llegada de visitantes extranjeros no residentes por modo aéreo, terrestre y marítimo," 2021.

[22] Gobernación de Sucre and Colciencias, "Plan y Acuerdo Estratégico Departamental en Ciencia, Tecnología e Innovación de Sucre - PAED." pp. 1–10, 2016.

Diseño del plan de negocio para la Ruta Turística Usme

Cristian Jair Arango Peña
Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
cristianarpe@gmail.com

Resumen – El objetivo del plan de negocio es crear la ruta turista de Usme para integrarla a la oferta turística de Bogotá de donde proviene el mercado objetivo. Uno de los productos turísticos se basa en el recorrido para conocer la arquitectura colonial, la historia, los lugares de interés cultural, es decir el legado antrópico sobre el territorio desde las épocas prehispánica y colonial. Otros productos que se basan en el turismo de naturaleza y el agroturismo son emprendimientos con productos turísticos ya desarrollados y que se insertan a esta ruta. El plan de negocio se estructura con la metodología del Fondo Emprender que incluye cuatro módulos: mercado, operación, organización y finanzas. Se tienen en cuenta aspectos innovadores y de propuesta de valor como: inclusión de las normas sectoriales de turismo de carácter nacional y otras normas internacionales como los estándares ISO, enfatizando en la sostenibilidad de la actividad turística y el aporte a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, dado que la mayoría del territorio de Usme es área protegida por la riqueza y fragilidad de sus recursos naturales y culturales. Otro aspecto de la propuesta de valor es la inclusión de herramientas TIC en el diseño y promoción de los productos para aprovechar la oportunidad de la recuperación económica postpandemia.

Palabras clave— Turismo de naturaleza, ruta turística de Usme, turismo sostenible, marketing digital.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada para el desarrollo de este plan de negocio es la del Fondo Emprender [1] que propone cuatro módulos de trabajo a saber: mercado, operación, organización y finanzas. Para el desarrollo de esta metodología se hace una revisión documental con el fin de elaborar el estado de arte y el marco teórico a partir de los cuales se desarrolla la propuesta. Asimismo, el trabajo de campo aporta el conocimiento del territorio sobre el potencial de turismo de naturaleza y cultural, además, de establecer contactos con los emprendedores que pueden hacer parte de este proyecto y que tienen productos turísticos con un nivel de desarrollo aceptable.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sector del turismo tuvo un crecimiento del 3,7% en el 2019 [2], este incremento se ve reflejado por los ingresos nominales de las agencias de viajes, a nivel distrital el IDT revelo que para el 2019 el incremento en el número de turistas que recibió la ciudad de Bogotá frente al año 2018 fue de un 1,28%. [3]. Dado que el plan de negocio propuesto en este documento pertenece según el Registro Nacional de Turismo (RNT) al grupo de agencias de viajes, la oportunidad para el éxito de este proyecto es alta.

Por otra parte, dado que el mercado objetivo está en Bogotá, las siguientes estadísticas son favorables para el plan de negocios. El turismo para Bogotá tuvo un comportamiento favorable hasta 2019, pero dada la situación de pandemia las cifras del 2020 son atípicas, por lo que no se tienen en cuenta. Así el informe de MinCIT de

2019[4] muestra que de las 26.260.947 llegadas de pasajeros nacionales en vuelos regulares por principales aeropuertos, 9.589.282 se registraron en el aeropuerto El Dorado de Bogotá, dando como resultado que Bogotá fue la ciudad que más recibió pasajeros nacionales regulares, seguida de Medellín y Cartagena, de igual manera Bogotá recibió la mayor cantidad de pasajeros en vuelos internacionales regulares por aeropuerto, registrando 4.474.847 de los 7.020.271 pasajeros internacionales que llegaron a Colombia en el 2019, mediante vuelos internacionales regulares por aeropuerto, estos viajeros son parte del mercado objetivo de la ruta.

Como Bogotá es el principal receptor de turistas extranjeros, un perfil de cliente lo conforman aquellos viajeros que vienen a realizar actividades como negocios, compras, etc., y que demandan para el fin de semana otro tipo de actividad, como el turismo de bienestar y el turismo de naturaleza, modalidades que tienen una oferta limitada en la ciudad, por lo cual Usme tiene un gran potencial [5].

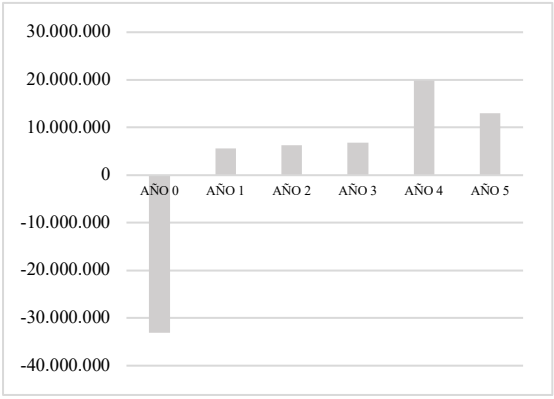
Otro perfil de turista del mercado objetivo son viajeros que buscan el turismo de naturaleza, senderismo, avistamiento de aves, experiencias culturales, visitas a lugares históricos y que sobre todo estén dispuestos a pagar por este servicio, en el 2019 se estima que llegaron a la ciudad 42.447 turistas entre nacionales e internacionales (Ver Figura 1), cuya motivación era el turismo de naturaleza, de esta cifra el 59% corresponde a interesados por el aviturismo y el 41% interesados por el ecoturismo [6].



Figura 1. Distribución del interés de turismo de naturaleza en Bogotá 2019

Pasando al desarrollo del plan de negocio y la propuesta de valor, los siguientes ítems resumen los resultados:

- La propuesta tiene un alto componente de sostenibilidad dadas las características territoriales y sociales de Usme.
- El turismo de naturaleza que incluye el turismo cultural y agroturismo es una actividad económica priorizada en los planes de reactivación postpandemia por lo que hay una oportunidad para este plan de negocio y un mercado objetivo apreciable.
- Con el apoyo de herramientas y estrategias TIC, como marketing digital, geomarketing y desarrollo de una website, se pretende crear una experiencia para el turista despertando el interés por el territorio como destino turistico. Adicionalmente el producto turístico debe contar con las normas técnicas sectoriales de turismo que lo regulan y reglamentan expedidas por MinCIT.
- La propuesta para la ruta turística de Usme tiene ventajas económicas en el corto plazo porque la localidad de Usme pertenece a Bogotá y tiene productos reconocidos como La Ruta Agroturística La Requilina, El Agroparque Los Soches, entre otros atractivos en proceso de consolidación como el Parque Arqueológico de Usme. Estos productos son la base para proyectar el flujo de caja a 5 años con los resultados visualizados en al siguiente grafica



Grafica 1. Flujo de caja neto

- De acuerdo con la proyección del flujo de caja y partiendo de una inversión inicial de $33.040.000 se obtiene un VPN de $13.405.611 y una TIR de 13,85%, estos

indicadores reflejan que el proyecto genera valor de cara al futuro. El periodo de recuperación de la inversión se estima en 3 años, 8 meses y 19 días, es decir que la inversión se recupera dentro del periodo de los 5 años proyectados en el flujo de caja.

III. CONCLUSIONES

Usme tiene un gran potencial turístico que puede servir como eje económico para el desarrollo de la localidad tanto en la zona rural como en la zona urbana, debido a que el turismo es una actividad que permite el desarrollo de una región, este desarrollo puede mejorar las condiciones sociales, económicas y culturales de los habitantes de la localidad. Las mayores fortalezas que posee Usme para ser un potencial turistico es su patrimonio natural y pertenecer a Bogotá, la ciudad atrae un gran porcentaje del turismo de naturaleza, este tipo de turismo está obteniendo una gran atención debido al crecimiento de la conciencia ecológica.

El proyecto es viable porque de acuerdo con el análisis financiero el proyecto recupera su inversión a los 3 años y continúa generando valor a lo largo de los 5 años inicialmente proyectados, una TIR del 13,84% es superior a una DTF del 3,1% de un CDT a 360 días [7], es decir que un inversionista encontrará mejor rentabilidad en el proyecto frente a invertir su dinero en un CDT bancario.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al semillero de investigación Ingeglos-UNAD donde desarrolle esta propuesta con la orientación de la profesora Alba Ligia López Rodríguez a quien agradezco especialmente por su guía en el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

[1] Fondo Emprender. (s.f.). Plan de negocios. Recuperado de https://bit.ly/2XJ1Blh

[2] MinCIT - Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (24 de febrero de 2020). ¡En 2019 el turismo en Colombia rompió récords! Recuperado de https://bit.ly/3jeF7kE

[3] IDT – Instituto Distrital de Turismo. Cifras de turismo de la ciudad. Recuperado de https://bit.ly/3zs0MLy

[4] MinCIT- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2020). Informe de turismo enero – diciembre de 2019. Recuperado de https://bit.ly/3mCFdnY

[5] López Rodríguez, A. L., & López Rodríguez, S. A. (2019). Turismo de naturaleza como alternativa sostenible de desarrollo territorial: Caso localidad de Usme en Bogotá – Colombia. Libros Universidad Nacional Abierta Y a Distancia. Recuperado a partir de https://bit.ly/3zjtcYf

[6] Sánchez Prieto, P. A., Carvajal Salamanca, J. F., Pineda González, L. F., Ochica Soler, D. & Beltrán Lammoglia, L. S. (2020). Estudio turismo de naturaleza en Bogotá comportamiento de la oferta y la demanda 2019. Instituto Distrital de Turismo. Recuperado de https://bit.ly/3yhCItD

[7] Banco de la Republica de Colombia. (s.f.). Tasas de captación semanales y mensuales. Recuperado de https://bit.ly/3kjht5L

Obtención de nanopartículas de ZnO por el método Pechini para aplicaciones futuras en Celdas Solares

[1] Margoth Lorena Torres Guzmán
[2] Carol Julieth Aguilar
Universidad Nacional Abierta y a distancia[1], Colombia
Universidad del Valle[2], Colombia
margoth.torres@unad.edu.co
carol.aguilar@correounivalle.edu.co

Resumen -.El óxido de zinc con fórmula química ZnO es un material semiconductor tipo II-VI, con una banda prohibida de aproximadamente 3.3 eV [1], el cual puede cristalizar en estructuras tipo wurtzita, blenda de zinc o roca de sal, siendo la wurtzita la fase más estable a condiciones ambientales normales. Entre sus múltiples propiedades se encuentra su estabilidad química, biocompatibilidad [2], baja constante dieléctrica[3], buen comportamiento foto y piezoeléctrico [4], alta actividad óptica, estabilidad fotoquímica y fotocatalítica a temperatura ambiente [5].
En el presente proyecto de investigación se mostrarán los resultados preliminares de la obtención de nanopartículas de un óxido semiconductor como el Óxido de Zinc (ZnO), material activo que será utilizado como blanco, se sintetizará y caracterizará a partir de la ruta química de Precursor Polimérico (Método Pechini). Las nanopartículas se sintetizaron a 900 °C. Sus características estructurales se determinaron mediante difracción de rayos X (XRD). La caracterización reveló que todas las composiciones tienen una estructura de tipo hexagonal. Los parámetros de la red se determinaron a temperatura ambiente mediante difracción de rayos X en polvo, con un tamaño de partícula primaria del orden de 30 nm.

Los materiales nanométrícos de ZnO, obtenidos a partir de la síntesis permitirán en trabajos futuros generar películas delgadas con espesores nanométricos, requeridas para el estudio de fenómenos físicos como la foto-detección, principio básico de las celdas solares, abriendo así un camino importante en Colombia, en la búsqueda de materiales que sean óptimos para futuras aplicaciones en celdas solares.

Palabras clave— Óxido de Zinc, Método Pechini.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Uno de los métodos utilizados para obtener nanopartículas de óxido de Zinc, es el método de Pechini, método en el cual el ácido cítrico, forma quelatos de ácido polibásico con cationes metálicos y luego los quelatos se polimerizan con un polihidroxialcohol, formando un poliéster. Después de calcinar el gel, se obtienen polvos de tamaño nanométrico [6], [7]. Cabe aclarar que no se conoce exactamente, cuál de los dos procesos, esterificación o poliesterificación, ocurre inicialmente o si son procesos simultáneos. El calentamiento de la solución se debe realizar continuamente hasta que toda el agua y el ácido cítrico se destilen, dando como resultado el polímero. Aparentemente, la presencia del grupo hidróxido, del ácido carboxílico en el ácido cítrico, es muy importante porque permite la reacción del ion metálico con el grupo ácido de manera completa. Si esta reacción no ocurre totalmente se produciría la precipitación del ion metálico que no reaccionó, ocasionando

segregación del metal en el sistema. La descomposición de esta resina, comúnmente amorfa, se realiza calcinándola a temperaturas inferiores a 350°C [8].

Para obtener los polvos cerámicos de los sistemas ZnO, por el método Pechini, se diluyen, en constante agitación (300 rpm) el acetato de zinc (($(CH_3COO)_2$ Zn*$2H_2O$ - Merck) en agua, tal que para obtener 3 gramos de óxido de zinc se utilizaran 8.093 g de acetato de Zinc, de acuerdo a la relación estequiometria correspondiente. Definido el precursor y la cantidad a utilizar del mismo, se determinaron las cantidades necesarias de ácido cítrico y etilenglicol para conformar la resina, obteniéndose los siguientes resultados: 21.24 g de ácido cítrico (Sigma-Aldrich 99%) y 27.45 g de Etilenglicol (Merck 99.5%). La solución obtenida del precursor de Zinc y agua, con los cationes de interés, se adiciona a la solución de etilenglicol y ácido cítrico, considerando una relación 4:1, agitando continuamente a una temperatura de 70ºC, hasta lograr una completa disolución del ácido cítrico en el Polialcohol. La solución resultante se mantendrá en agitación por aproximadamente 15 minutos. Finalmente, a la solución transparente se le adicionará NH_4OH hasta llevarla a pH 8. Una vez alcanzado este valor de pH, garantizando la no formación de precipitado en el sistema, se calentará la solución a 140°C para eliminar los solventes utilizados y favorecer, además, las reacciones de poli-esterificación y por lo tanto la conformación de una resina. Está resina viscosa se pre-calcinará a 320 °C, por 4 horas, para eliminar la mayor cantidad de fase orgánica presente en el sólido. El polvo obtenido (precalcinado) se macera utilizando un mortero de ágata, posteriormente se somete a un tratamiento térmico a 550 °C, en un horno Carbolite modelo RHF 1600 a una velocidad de calentamiento de 2 ° C / min, durante cuatro horas, para eliminar el material orgánico y promover el desarrollo de los diferentes eventos fisicoquímicos entre ellos los cambios de fase necesarios que permitieron obtener los óxidos de interés. El procedimiento general para la síntesis del sistema ZnO se ilustra en la Fig. 1.

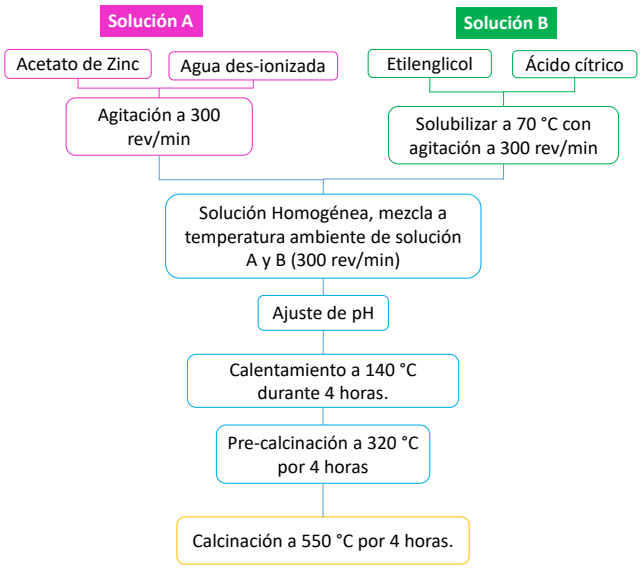


Figura 1. Esquema del método de síntesis Pechini utilizado para sintetizar el ZnO.

Posteriormente, las fases cristalinas presentes en los polvos cerámicos sintetizados fueron identificadas obteniendo los difractogramas de los sistemas ZnO a 550°C. El equipo utilizado fue el Difractómetro X'Pert PRO MRD de PANalytical con una fuente de Cu (λ = 1.54 Å). Los ensayos se realizaron a un voltaje de 40 kV a 2 °/min, a una corriente de 30 mA en el rango de medida 10- 90°. Los resultados obtenidos fueron procesados y analizados usando el programa Crystalographica Search-Match 3.1.0.2, para determinar el tamaño del cristal de las muestras se utilizó la fórmula de Debye-Scherrer.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para garantizar la reproducibilidad del método y las características adecuadas del producto final, se realizaron las curvas de valoración potenciométrica, figura 2, las cuales permiten realizar un seguimiento del proceso de síntesis, registrando la variación de un parámetro fisicoquímico ($pH = -log[H^+]$) en función de la cantidad de NH_4OH adicionada al sistema. El sistema inicial, disolución del precursor, presentó un color blanco opaco con un valor de pH entre 1–3 tal que, al adicionarle hidróxido de Amonio, a una velocidad de 0.200, se incrementó el pH del mismo, como se ilustra en la figura 2, zona (I). En

la zona (II) del proceso, cuando el pH estaba entre 4 - 5, el sistema cambió de color, tornándose a blanco traslucido; tras la adición continuada del hidróxido de amonio, el sistema alcanzó un pH de 7 (zona III). Iniciada en esta etapa, el pH se incrementó abruptamente, hasta alcanzar un valor de pH entre 8 y 8,05 (IV). En la última zona (IV), denominada saturación, el valor tomado como pH de trabajo fue de 8.0.

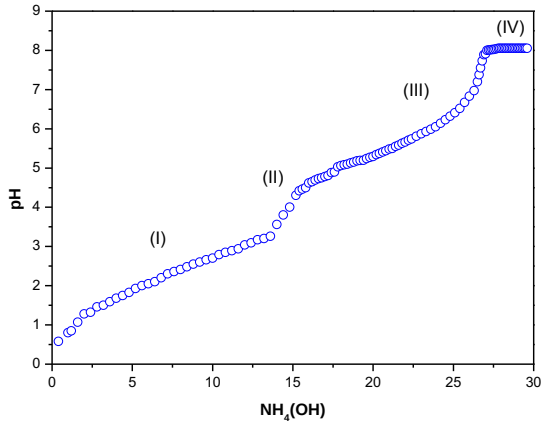


Figura 2. Curvas de valoración potenciométrica durante adición de $NH_4(OH)$ a la solución del sistema ZnO.

Finalmente, las nanopartículas del sistema ZnO, se obtuvieron realizando un tratamiento térmico a 550 °C. Para complementar el estudio del efecto del tratamiento térmico sobre las características del sólido sintetizado, se caracterizó la muestra ZnO utilizando difracción de rayos X. El análisis de los patrones de difracción de rayos X (DRX) del sistema ZnO, a temperatura ambiente, se realizó empleando la técnica de refinamiento de Rietveld usando el programa GSAS. La Figura 3 muestra los patrones DRX de las muestras sintetizadas a 550 °C. Los resultados de refinamiento Rietveld indicaron que todas las muestras presentaban una única fase con estructura hexagonal, con picos agudos que resaltaban su naturaleza cristalina y que coincidieron con los de los patrones estándar correspondientes (PDF 980028869), espacio de grupo $P6_3mc$ (186). Los valores de los parámetros de la red fueron a = 3.252 Å, b = 3.252 Å, c = 5.198 Å, α = 90 °, β = 90 ° y γ = 120 °, con un volumen de celda unitaria 41.62 $Å^3$ y una bondad de ajuste (χ^2) de 3.65. El difractograma experimental en la Fig.1 mostró que la estructura cristalina del sólido era hexagonal, con índices de Miller: (100), (002), (101), (102), (110), (103), (200), (112), (201), (004), (202), (104), (203). El tamaño de cristalito se calculó teniendo en cuenta los picos de mayor intensidad en el difractograma de la Fig. 3 y utilizando la fórmula de Scherrer, dando como resultado un tamaño de cristalito de ~ 30 nm.

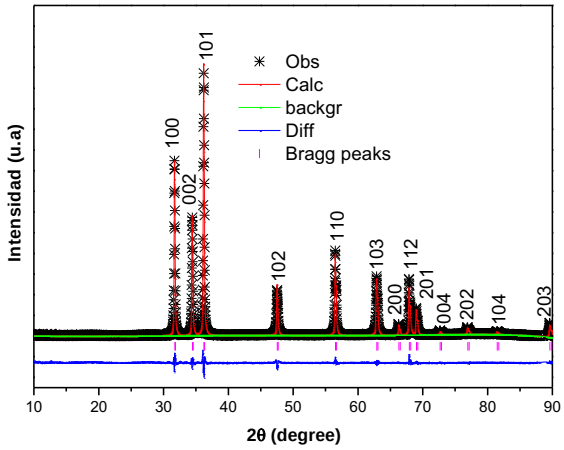


Figura 3. Difractogramas de rayos X de la muestra ZnO obtenida por el método Pechini, obtenidas a 550 ºC.

III. CONCLUSIONES

Utilizando el método de síntesis propuesto en este trabajo, se obtuvieron polvos cerámicos del sistema ZnO. Los polvos sintetizados a 550 °C presentaron un tamaño de partícula primario promedio de ~ 30 nm y una fase cristalina única correspondiente a la estructura hexagonal espacio de grupo P63mc (186).

Los polvos cerámicos obtenidos serán utilizados posteriormente para la fabricación del blanco, deposición y conformación del dispositivo.

AGRADECIMIENTO

La presente investigación ha sido financiada por convocatoria 009 cohorte 2 de la Universidad Nacional Abierta y a distancia UNAD, proyecto No. PS3420202.

REFERENCIAS

[1] A. K. Bhunia, P. K. Jha, and S. Saha, "Optical and Structural Characterization of ZnO Nanoparticles for Binding Analysis with Semen Sample by Isothermal Titration Calorimetry," *Bionanoscience*, vol. 10, no. 4, pp. 917–927, Dec. 2020, doi: 10.1007/s12668-020-00788-0.

[2] C. Jin *et al.*, "Skin-like Elastomer Embedded Zinc Oxide Nanoarrays for Biomechanical Energy Harvesting," *Adv. Mater. Interfaces*, vol. 8, no. 10, p. 2100094, May 2021, doi: 10.1002/admi.202100094.

[3] D. E. Yildiz, A. Kocyigit, M. O. Erdal, and M. Yildirim, "Dielectric characterization of Al/PCBM:ZnO/p-Si structures for wide-range frequency," *Bull. Mater. Sci.*, vol. 44, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1007/s12034-020-02297-y.

[4] A. Sam, V. Natraj, G. Marappan, Y. Sivalingam, and V. J. Surya, "Design and development of novel piezoelectric nanogenerator based on pH dependent ZnO nanostructures," *Mater. Lett.*, vol. 294, p. 129798, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.matlet.2021.129798.

[5] B. Leng *et al.*, "Highly efficient visible-light photocatalytic degradation and antibacterial activity by GaN:ZnO solid solution nanoparticles," *J. Mater. Sci. Technol.*, vol. 94, pp. 67–76, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.jmst.2021.04.014.

[6] J. H. Cai, G. Ni, G. He, and Z. Y. Wu, "Red luminescence in ZnO films prepared by a glycol-based Pechini method," *Phys. Lett. Sect. A Gen. At. Solid State Phys.*, vol. 372, no. 22, pp. 4104–4108, May 2008, doi: 10.1016/j.physleta.2008.03.011.

[7] C. Sánchez *et al.*, "Nanocystalline ZnO films prepared via polymeric precursor method (Pechini)," *Phys. B Condens. Matter*, vol. 405, no. 17, pp. 3679–3684, Sep. 2010, doi: 10.1016/j.physb.2010.05.065.

[8] E. S. Rodrigues, M. S. Silva, W. M. Azevedo, S. S. Feitosa, A. Stingl, and P. M. A. Farias, "ZnO nanoparticles with tunable bandgap obtained by modified Pechini method," *Appl. Phys. A Mater. Sci. Process.*, vol. 125, no. 8, p. 504, Aug. 2019, doi: 10.1007/s00339-019-2805-4.

Dimensionamiento y diseño de un sistema solar fotovoltaico Off Grid, para la electrificación de una vivienda unifamiliar y producción piscícola a baja escala en la Zona Rural de Granada - Meta

Julián Andrés Barón G.
Ángel Alejandro Rodríguez A.
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
jabaronga@unadvirtual.edu.co
ángel.rodriguez@unad.edu.co

Resumen – El siguiente manuscrito, muestra la importancia del fluido eléctrico para procesos productivos en el área rural del departamento del Meta, es por esta razón que se pretende dimensionar y diseñar un sistema solar fotovoltaico para el suministro energético de una vivienda unifamiliar en la zona rural del municipio de Granada - Meta, adicionalmente, se realizará un diseño que supla las necesidades energéticas para un cultivo piscícola de mediana escala para mejorar los procesos de oxigenación de los estanques y así mejorar la rentabilidad por m^3 de agua cultivada. En este artículo, se pudo establecer que, con un sistema solar fotovoltaico, se podría suplir las necesidades energéticas básicas de un hogar en la zona rural de Granada – Meta y llegar a tener una productividad superior en estanques con poco suministro de agua para procesos de oxigenación.

Palabras clave— Energías renovables, interconexión eléctrica, producción piscícola, sistema solar fotovoltaico.

I. INTRODUCCIÓN

La prestación del servicio de energía eléctrica es de suma importancia para cualquier hogar, y más aún para una familia campesina de la zona rural del municipio de Granada – Meta, esta necesidad, se podría compensar y articular mediante tecnologías de generación de energías renovables, como lo es la energía solar fotovoltaica. El diseño contempla la electrificación de una vivienda unifamiliar en zona rural de este municipio, en el cual su actividad agrícola principal es la producción de alevinos de cachama, actualmente es poco tecnificada y sin posibilidades de mejora por ausencia de energía eléctrica.

Esta problemática se le puede brindar una solución a corto y mediano plazo utilizando un sistema de conexión eléctrica fuera de la red "off grid" con módulos solares fotovoltaicos, adicionando dispositivos electrónicos como los son un regulador, un inversor y un banco de baterías para su almacenamiento energético y equipos de bombeo de agua con el efecto Venturi [1], para la oxigenación y recirculación del agua en los pozos piscícolas.

Unos de los objetivos principales de este proyecto, es reducir el costo en la producción piscícola, implementando un generador de bajo costo de energía como lo es el sistema solar fotovoltaico articulado con otros dispositivos

electrónicos, al mismo se reduce las emisiones de CO2 y su efecto invernadero, el cual hoy en día es uno de los principales problemas que tiene esta comunidad rural para la producción piscícola puesto que algunas viviendas rurales utilizan generadores eléctricos de gasolina para suplir las necesidades energéticas en intervalos cortos de tiempo por su elevado coste.

Las experiencias de esta técnica de interconexión eléctrica utilizando energías renovables, resaltan a la vista no solo para mejorar la calidad de vida de la comunidad rural, sino también para optimizar costos en producción piscícola como fuente y actividad principal económica de dicha comunidad.

Para un óptimo beneficio y relación costo beneficio, dicho sistema debe pasar por un análisis de información y criterios de diseño e instalación; los módulos fotovoltaicos deben tener una orientación e inclinación con respecto a la posición del sol y de la ubicación geográfica de los paneles solares, seleccionar el regulador e inversor por su capacidad y eficiencia, y por último el banco de baterías para una vida útil larga y que entregue una autonomía idónea para la necesidad del sistema.

La regularización del sistema de electrificación en Colombia se establece en la resolución número 40809 [2], en donde reconoce la importancia de la energía eléctrica para el desarrollo de las comunidades en el área rural del territorio colombiano. hoy en día se observa una realidad distinta a lo establecido en el decreto, puesto que la electrificación en las zonas rurales y en este caso en el municipio de Granada – Meta, se ve frenada o en ocasiones frustrada por las barreras de los procesos de generación, transmisión y distribución de la energía, sumado a esto, los difíciles terrenos geográficos de la zona, con poca población que se distinguen por su grado menor en educación, densidad de ingresos económicos y la falta de acceso a las nuevas tecnologías en energías renovables.

Colombia, debido a su posición geográfica es favorecida con una gran disponibilidad del recurso solar, siendo un amplio sector del departamento del Meta beneficiada por esta georreferenciación y apta para la implementación de sistemas autónomos de generación energética con métodos tecnológicos solares fotovoltaicos [3].

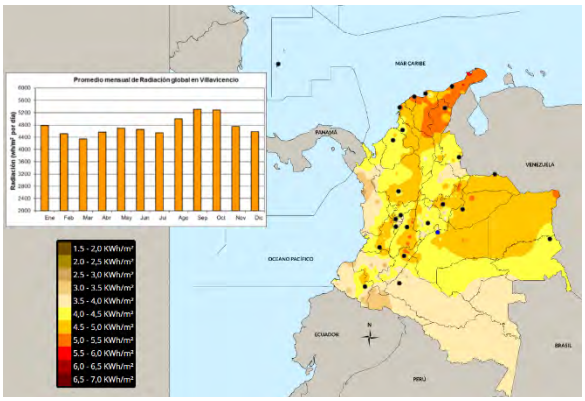


Imagen 1. Radiación Solar en el Meta. Fuente: http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html

La radiación solar en el departamento del Meta se encuentra entre 4.0 y 4.5 kWh/m^2 [4] como se puede apreciar en la Imagen 1, el cual es viable y factible la instalación e implementación de un sistema solar fotovoltaico, en la zona rural del municipio de Granada – Meta.

La piscicultura en Colombia, según el artículo web de la revista finca y campo [5] dentro de las principales especies piscícolas cultivadas, está la cachama, su producción ha venido creciendo en los últimos años. La producción piscícola tiene tres etapas en su producción que son; alevinos, levante y engorde. Las etapas de levante y engorde son secuenciales y se debe realizar en estanques adaptados para llevar el alevino a un tamaño y peso determinado, para luego darle salida al mercado formal.

Según la encuesta nacional de agropecuaria del segundo semestre del 2019, los departamentos del Huila, Tolima y Meta conjuntamente presentaron el 17% de las unidades productoras agrícolas (UPA), siendo el departamento del Meta el aportante del el 11% de la producción acuícola [6].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La elección de una vivienda unifamiliar en el área rural del municipio de Granada – Meta y su disponibilidad de fuentes de energía renovable como la solar. Se puede proyectar para un cubrimiento del 97% de la demanda del consumo de energía en la misma, que se calcula y este alrededor de 2.34kW/d, que correspondería a; 9 bombillos de 75W/6 horas, (1) nevera de 100W/7horas, (1) congelador de 150W/4horas, (1) televisor 60W/4horas, (2) bombas sumergibles de 50W/7horas, en consumo domiciliario y los pozos piscícolas. (ver tabla 1. Cuadro de cargas del consumo diario con el tiempo de uso de los elementos).

A. Ubicación Geográfica

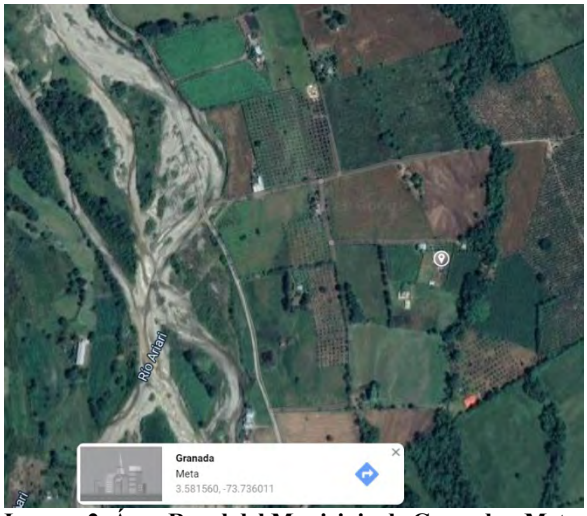


Imagen 2. Área Rural del Municipio de Granada - Meta. Fuente: https://www.google.com.co/maps/@3.5825746,-73.7395403,1251m/data=!3m1!1e3?hl=es-419

En el área rural del municipio de Granada – Meta, se seleccionó una vivienda de familia campesina dedicada a la producción piscícola, el sector es un área llana, extensa y alejada del casco urbano del municipio, razón por la cual suministrar energía convencional a este sector es difícil y costosa, por lo que la expansión de una red convencional no es una solución viable. La disponibilidad para una fuente de energía renovable es conveniente en esta área, La disponibilidad del sol en la ubicación geográfica indica que la energía solar fotovoltaica tiene un alto potencial para su implementación como solución a la necesidad de suplir de energía eléctrica al hogar.

B. Estimación de la demanda energética

Con base a la recolección de información de las necesidades de demandas de consumo energético en el sector rural y cálculos proyectados sobre los mismos, se trabaja en el diseño de un sistema que sea capaz de generar energía eléctrica para el consumo y carga doméstica, agrícola (piscícola) y comunitaria.

En promedio, la demanda de la energía en el sector rural, principalmente se basa en el alumbrado interior y exterior de la vivienda, bombeo de agua, pequeñas cargas para refrigeración y administración. La demanda total de energía en kWh por día y su carga máxima se estimó en 2.34kW.

C. Materiales y estimación de la fuente generadora

Se cuenta con la disponibilidad potencial de la fuente de energía renovable como la solar. Empleando (6) módulos fotovoltaicos de 300W a 24V policristalinos; (1) controlador de carga de 70A y 48V; (1) Inversor onda pura de 2500W y 48V; (5) baterías de 150A y 12V; (2) bombas sumergibles de 24V y 10A con caudal de 2000litros/minuto y con modificaciones en la tubería de salida aplicando el efecto "Venturi"; también será necesario otros aditamentos como soportes metálicos galvanizados, conectores y cables.

D. Cálculos del consumo e instalación

Para establecer el consumo energético promedio se calcula a partir del tiempo de uso de los electrodomésticos y la iluminación por día en (W) watios. A continuación, se muestra la tabla 1 los elementos existentes presentes en un hogar rural y su estimación de consumo:

Tabla 1. Cuadro de consumo en watios

N°	Ítem de consumo	Watios (W)	Energía Wh Real
1	Carga domestica	1300	2000
2	Carga de pozos	200	340

CONSUMO TOTAL W/día	2340

Para el cálculo del módulo fotovoltaico se ha tenido en cuenta la inclinación y orientación óptima para el aprovechamiento máximo, las horas sol pico (HSP), la ratio de aprovechamiento del regulador de carga y las temperaturas medias del área rural del municipio, en el cual se ha recopilado los siguientes valores:

- El mes más desfavorable según consumos: Abril
- Inclinación optima anual: 6.57º
- Inclinación elegida: 12º
- Azimut módulos: 7º
- Temperatura media mensual máxima diaria (3 meses): 26. 18º
- Horas Sol Pico en meses más desfavorables: 3.01 HSP
- Energía Real Diaria desde módulos: 2.362 Wh/d
- Potencia nominal durante 12 años: 90%
- Eficiencia: 14.08%

La instalación aproximada de un sistema solar fotovoltaico, que supla las necesidades de la energía de consumo máxima (ECM) y su potencia nominal (PN), se calcula con las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$Ecm = 1.2 * 2340\,Wh \;\therefore Ecm = 2808\,Wh$$

$$E = pn * t * n \therefore pn = \frac{E}{t * n}$$

$$pn = \frac{2808_{Wh}}{3.01 * 0.6648} = 1403.26$$

$$pn = 1403.26\,W$$

Ahora se determina la potencia pico (PP) del sistema generador fotovoltaico y se definirá el número de módulos (NM) que necesitaría el sistema:

$$Pp = 1.2 * pn = 1.2 * 1403.26\,W$$

$$Pp = 1683.91\,W$$

$$N_m = \frac{Pp}{Pm} \therefore N_m = \frac{1683.91W}{300W}$$

$$N_m = 5.6 \approx 6\,modulos$$

Tabla 2. Cuadro de potencias

Potencia a Generar SSFV	Potencia Panel Solar	Numero de Paneles a Emplearse
1800	300	6

El inversor (Inv_t) a elegir debe recibir una potencia pico de 1800W, una potencia nominal de 1403.26W y un voltaje en potencia máxima de 35.8V. Teniendo estos datos calculados, el siguiente paso es seleccionar un inversor mayor a la potencia nominal sumando un margen de seguridad de 1.2 como se aprecia a continuación:

$$Inv_t = 1.2 * 1403.26 = 1683.91$$
$$Inv_t = 2000W$$

Para el caso del inversor, se hace necesario adquirir un inversor onda pura de 2000W de potencia nominal.

Ahora es necesario determinar el número de módulos conectados en serie (NS) y paralelo (NP), con la siguiente ecuación matemática:

$$N_S = \frac{Vsb}{Vmpp} = N_S \frac{24V}{35.8V} = 0.6$$

$$N_S = 1$$

$$N_P = \frac{Nm}{Ns} = N_P \frac{6}{1} = 6$$

$$N_P = 6$$

Para el dimensionamiento del banco de baterías (acumulador de energía), es necesario tener en cuenta los siguientes datos:

$$Voltaje\ de\ la\ Batería: Vb = 12V$$
$$Capacidad\ de\ la\ Batería: Cb = 150\,Ah$$
$$Energía\ de\ Consumo\ Maximo: Ecm = 2808\,Wh$$
$$Días\ de\ Autonomia: D - Aut = 3\,días$$
$$Voltaje\ del\ Sistema\ de\ Baterías: Vsb = 24V$$
$$Maxima\ Profundidad\ de\ Descarga: MPD = 60\%$$

Para este sistema solar fotovoltaico aislado, pueda llegar a tener una autonomía de 3 días sin sol (radiación), con la siguiente formula se calcula la capacidad del sistema de baterías (C_{SB}):

$$C_{SB} = \frac{2808\,Wh * 3\,días}{24V * 60\%} = \frac{8424\,Wh}{14.4V}$$

$$C_{SB} = 585\,Ah$$

Determinamos cuantas baterías se conectarán en serie (B_{NS}) y en paralelo (B_{NP}):

$$B_{NS} = \frac{Vsb}{Vb} = B_{NS} = \frac{24V}{12V} = 2$$

$$B_{NS} = 2$$

$$B_{NP} = \frac{Csb}{Cb} = B_{NP} = \frac{585\,Ah}{150\,Ah} = 3.9 \approx 4$$

$$B_{NP} = 4$$

Para el banco de baterías es necesario que este posea 5 baterías de 150A para diseñar el sistema de almacenamiento energético, en donde se conectarían 2 arrays de baterías en serie y 4 baterías en paralelo.

Para el cálculo del regulador-controlador (I_{in}), se debe tener en cuenta el amperaje de manejo y almacenamiento en las baterías, por lo anterior se debe aplicar la siguiente fórmula matemática:

$$I_{in} = 1.25 * I_{sc} * N_m$$

$$I_{in} = 8.91A * 6 = 66.82A$$

Los 66.82A es el amperaje que debe soportar el regulador-controlador en entrada (I_{in}).

$$I_{out} = 1.25 * I_t$$

$$I_{out} = 1.25 * 70.92A = 88.65A$$

Los 88.65A es el amperaje que debe soportar en salida el regulador-controlador (I_{out}).

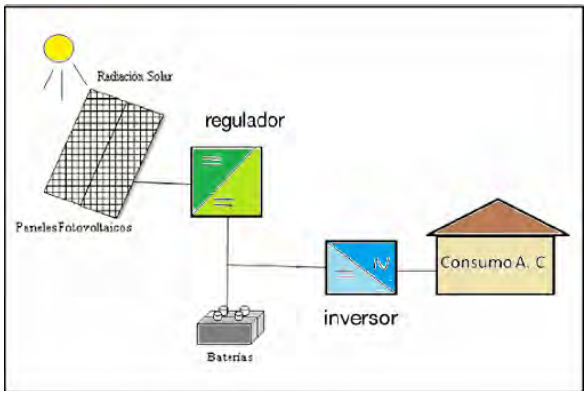


Imagen 3. Esquema de un sistema fotovoltaico aútonomo. Fuente: https://www.hgingenieria.com.co/tipos-de-instalacion-de-energia-solar-fotovoltaica/

Para poder calcular el tiempo de uso (T_{uso}) de la electrobomba se toma el amperaje de 1 batería cuya potencia es de 150A y se aplica la siguiente fórmula matemática:

$$T_{uso}150/(\frac{373}{24}) * 0.6 = 5.8$$

La electrobomba tendrá una autonomía de casi 6 horas con el respaldo del banco de baterías, en días de sol, la electrobomba trabajará directamente con la radiación que presenta el día.

Este sistema de oxigenación estará trabajando para un pozo de 7m de ancho por 10m de largo y 2m de profundidad, casi 10000 litros de agua estará en continua rotación y recirculación en cada pozo.



Imagen 4. Proceso de oxigenación en pozo. Fuente: propia

E. Costos Generales del Sistema

Para el desarrollo de este sistema solar fotovoltaico "Off Grid" en la zona rural del municipio de Granada – Meta, se presenta los siguientes costos y gastos generales, relacionado con los valores comerciales de los diferentes elementos y dispositivos propios del sistema:

Tabla 3. Cuadro de costos del sistema

Elemento	Cant.	Valor Unitario	Valor Total
Panel Solar	6	290.000	1.740.000
Regulador	1	350.000	350.000
Inversor	1	800.000	800.000
Batería	5	780.000	3.900.000
Bomba Sumergible	2	170.000	340.000
Transporte	n/s	200.000	200.000
Accesorios	n/s	200.000	200.000
Otros	n/s	200.000	200.000
Total			**7.730.000**

F. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se proyecto el dimensionamiento y diseño de un sistema solar fotovoltaico "Off Grid" en una zona rural del municipio de Granada - Meta, optimizando la generación y producción del sistema con dispositivos conectados a una red domiciliaria interna, para abastecer la demanda de energía requerida de la vivienda y de su producción piscícola de cría de cachamas.

Basándose en los datos disponibles, la configuración e instalación antes propuesta. Se demuestra la generación y producción de energía eléctrica utilizando el sistema solar fotovoltaico. Dando como resultado la satisfacción a la demanda requerida y al aumento en la producción piscícola en cachamas, ya que los pozos se encuentran gozando de buena oxigenación y circulación del agua para los alevinos en donde se disminuiría la mortandad de los peces por falta de oxigenación, vale la pena resaltar que este sistema es factible para zonas con poca agua disponible.

G. CONCLUSIONES

El documento presenta el diseño detallado del dimensionamiento instalado en una vivienda unifamiliar ubicada en la zona rural del municipio de Granada – Meta, el cual ha sido beneficiado de una instalación solar fotovoltaica, para cual cubrirá la demanda de energía eléctrica para su consumo doméstico y ayudara a la producción piscícola en la cría de cachama, que a su vez mejoraran la calidad de vida complementando los ingresos de la producción agrícola como una de sus principales ingresos económicos.

El sistema se diseñó para un consumo de energía máxima de 2808Wh, estimando el tiempo de funcionamiento de los artefactos y electrodomésticos conectados en la vivienda rural, donde su potencia nominal alcanzaría 1403W. en conclusión el diseño consta de 6 módulos fotovoltaicos, 1 regulador, 1 inversor y 5 baterías conectadas en arrays de serie y paralelo, realizando su respectivo tendido de cables al interior de la vivienda y su sistema de protección contra tensiones. El sistema de oxigenación para

la producción y cría de cachamas consta de 2 electrobombas que funcionan a 24 voltios y tienen un tiempo de trabajo autónomo diario de casi 16 horas continuas, incluyendo horas nocturnas gracias al respaldo del banco de baterías instalado en el sistema.

El sistema de oxigenación diseñado para cada pozo de cachama estará en constante recirculación de casi 10000 litros, con un caudal de 35 litros/minuto y 1” de salida del agua, para un proceso de cría de hasta 20 cachamas por m^2.

Una de las dificultades de la implementación del sistema solar fotovoltaico en una zona rural es la relación costo-beneficio, puesto que el costo final del sistema es de aproximadamente $7.730.000, el cual es un costo elevado para algunos productores del sector agrícola, pero que no deja de ser una solución llamativa para viviendas o zonas no interconectadas a la red.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento especial al segundo autor al profesor Ángel Alejandro Rodríguez Aya por su apoyo incondicional, esmerado y por compartir su gran conocimiento con los demás.

REFERENCIAS

[1] M. A. M. REDONDO, «IAGUA.ES,» IAGUA, 20 09 2017. [En línea]. Available: https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/que-es-cavitacion-como-evitarla. [Último acceso: 5 07 2021].

[2] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA , «EL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA,» 02 08 2018. [En línea]. Available: https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/47918-res_40809_020818.pdf. [Último acceso: 05 07 2021].

[3] INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, «INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM,» 15 08 2015. [En línea]. Available: http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/1.Distribucion-espacial-y-temporal-de-la-Irradiacion-Global-Horizontal-en-Colombia.pdf. [Último acceso: 5 07 2021].

[4] INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM, «INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM,» OMAR FRANCO TORRES - DIRECTOR GENERAL IDEAM, 15 08 2015. [En línea]. Available: http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html. [Último acceso: 5 07 2021].

[5] A. D. F. Y. CAMPO, «LA PISCICULTURA EN COLOMBIA,» WPZOOM, BOGOTA, 2021.

[6] MINISTERIO DE AGRICULTURA , «MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL COLOMBIA,» 1 07 2020. [En línea]. Available: https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Documentos/2020-09-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf. [Último acceso: 5 07 2021].

Percepciones en Responsabilidad Social y Ambiental en profesionales colombianos

Martha Cecilia Vinasco Guzmán
Doctora en Desarrollo Sostenible
UNAD
Marta.vinasco@unad.edu.co

Silvia Alejandra Trujillo Zapata
Máster en Sistemas Integrados de Gestión de la calidad ambiental, responsabilidad social y PRL
UNAD
Silvia.trujillo@unad.edu.co

Catalina Albarracín Bustos
Máster en Sistemas Integrados de Gestión de la calidad ambiental, responsabilidad social y PRL
UNAD
Blanca.albarracin@unad.edu.co

Víctor Fabián Forero Ausique
Maestría en gestión ambiental
UNAD
Victor.forero@unad.edu.co

Resumen

El presente trabajo presenta los resultados de la percepción sobre la responsabilidad social y ambiental a través de la consulta realizada a diferentes profesionales del sector productivo del país en el marco de la formulación del programa en nivel posgradual de la especialización en responsabilidad social y ambiental de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia adscrita a la cadena de formación ambiental de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente ECAPMA. El ejercicio incluyó la indagación sobre aspectos y temáticas relacionadas con la Responsabilidad Social y Ambiental desde el contexto internacional, las experiencias y tendencias, los estándares y auditoría de la Responsabilidad Social Empresarial, con la intencionalidad de incluir áreas de interés tales como: negocios sustentables, crecimiento verde, consumo socialmente responsable e innovación social.

Con relación a la discusión, los hallazgos producto de la metodología y los instrumentos aplicados a profesionales ubicados en diferentes ciudades de Colombia durante los meses de febrero y marzo de 2020, arrojan resultados enmarcados en tendencias claras hacia los negocios sustentables y los procesos de auditoría en responsabilidad social empresarial. De acuerdo con lo anterior, a continuación, se presenta el desarrollo metodológico del estudio, en la cual se evidencia los materiales, los resultados, discusión y conclusiones luego de los análisis realizados y los procesos positivos llevados a cabo ante el Ministerio de Educación Nacional en Colombia cuyo producto derivó en la obtención del registro calificado en 2021.

Palabras clave

Responsabilidad Social Ambiental, Negocios Sostenibles, crecimiento verde, Responsabilidad Social Empresarial, innovación social.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA, participó en la formulación del programa de Especialización en Responsabilidad Social y Ambiental, que fue aprobado en el 2021 por el Ministerio de Educación y cuyo estudio es base de este artículo.

La Responsabilidad Social y Ambiental RSA se entiende como el conjunto de mecanismos de desarrollo limpio aplicados tanto a las empresas públicas o privadas, con el fin de minimizar el impacto al medio ambiente en el espacio donde se desarrollan las actividades productivas, contribuyendo a la mejora en la calidad de vida de las comunidades cercanas, reconociendo el carácter social de las organizaciones productivas, considerando el triple enfoque económico, social y medioambiental (1; 2; 3; 4), como una nueva forma en que las instituciones se relacionan con su entorno, pues hacen sus operaciones de modo que sean sustentables en lo económico, lo social y lo ambiental, reconociendo los intereses que tiene la sociedad en general y algunos grupos en específico, dentro de principios como son la ética, la calidad de vida en la empresa (el trabajo en su dimensión social), el compromiso con la comunidad y el cuidado y la preservación ambiental (5; 6).

La RSA es un aspecto que está inmerso en los principios que rigen tanto los acuerdos internacionales firmados por nuestro país, por tanto, para la formulación del programa fueron revisadas la Agenda 21, Río +20, el acuerdo de París y los Objetivos del Desarrollo Sostenible, que relacionan sus operaciones y principios con la Responsabilidad Social (7). Igualmente, se revisaron el Plan Nacional de Desarrollo, la Política Pública de Crecimiento Verde, los CONPES de los últimos 3 años que tienen relación con la responsabilidad social, ambiental, económica y empresarial, los planes departamentales de desarrollo, además de documentos de los Ministerios de Educación y Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y de la revisión de tendencias y perspectivas de la responsabilidad social, el cumplimiento normativo y la sostenibilidad ambiental.

Para la elaboración del ejercicio de la justificación del nuevo programa de Especialización en Responsabilidad Social y Ambiental, se hizo una indagación con profesionales de carreras afines con la RSA, en las áreas agrícolas, pecuarias, ambientales y administrativas, en los meses de febrero y principios de marzo de 2020, enviando una encuesta por internet compuesta por preguntas de aspectos demográficos y dos bloques de preguntas relacionadas con el conocimiento en temáticas de la RSA (4 preguntas: Contexto internacional de la responsabilidad social empresarial RSE, Experiencias y tendencias de la RSA, Responsabilidad social corporativa, Estándares y auditoría de la RSE) y el interés en temáticas relacionadas (4 preguntas: Negocios sustentables, Crecimiento verde, Consumo socialmente responsable, Innovación social).

La encuesta consideró preguntas tipo escala Likert cuya finalidad fue medir la percepción respecto a RSA y las respuestas tuvieron las siguientes alternativas: 1. nada importante, 2. poco importante, 3. importante, 4. algo importante, 5. muy importante. Los participantes fueron informados del objetivo de la encuesta y las respuestas fueron recibidas de manera individual. El análisis estadístico fue realizado con el software SPSS 25.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra se calculó con la fórmula:

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p\,(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p\,(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

N = tamaño de la población • e = margen de error (porcentaje expresado con decimales) • z = puntuación z

Ecuación 1. Tamaño de muestra

La puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media. Con un nivel de confianza del 90%, un margen de error del 8% y una población de profesionales de 58407 personas, el tamaño es de 107 respuestas.

La encuesta fue respondida por 110 profesionales, de los cuales 60 fueron mujeres y 50 hombres. El 42.9% tienen entre 18 y 30 años, el 52.6% entre 30 y 50 años y 4.5% mayores de 50 años. La significancia evaluada a través del Alfa de Cronbach fue calculada en 0.901, lo que indica la confiabilidad de los resultados.

Los resultados de la encuesta se estratificaron de acuerdo con el sitio en el cual se encuentran los profesionales, clasificando a quienes viven en ciudades grandes como Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Bucaramanga, en la categoría capital; los que viven en el resto de las ciudades capitales en Ciudades grandes y los restantes en Municipio.

De los profesionales, el 24.5% viven en capitales, el 37.3% en ciudades grandes y el 38.2% en municipios; de los estudiantes el 17,9% residen en capitales, el 25.00% en ciudades grandes y el 57.1% en municipios. De estos, el 45% tienen dentro de sus funciones alguna relacionada con la RSA y el restante 55% no tienen actividades en ese sentido, pero de estos, el 65% quieren conocer sobre las temáticas.

A. Conocimiento e interés en Responsabilidad Social y Ambiental

Los hallazgos relacionados con el conocimiento en RSA se presentan en la Tabla 1. Es de anotar que la encuesta se realizó en mediante un formulario drive a profesionales en todo el país, los meses de febrero e inicios de marzo del 2020, donde se estaban presentando los primeros brotes de la pandemia de COVID en el mundo, donde se resaltaron por muchos medios de comunicación los efectos de la falta de gestión ambiental en la salud pública.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del conocimiento en RSA para profesionales

Estadísticos descriptivos - Profesionales

	N	Media	Desv. Desviación	Varianza
Contexto internacional de la responsabilidad social empresarial	110	3,13	1,362	1,855
Experiencias y tendencias de la RSE	110	3,05	1,195	1,428
Responsabilidad social corporativa	110	3,06	1,160	1,345
Estándares y auditoría de la RSE	110	3,41	1,308	1,712
N válido (por lista)	110			

El valor de la media está cercano a 3, indicando que los profesionales reconocen los principios y conocimientos básicos de los estándares y la auditoría, pero se debe mejorar el conocimiento del contexto de la RSE a nivel internacional, las experiencias y tendencias de la RSA y de la responsabilidad social corporativa.

Tabla 2. Conocimiento de la RSE por procedencia

Ciudad	Capital	Ciudades grandes	Municipio
Contexto internacional de la RSE	3,50	3,16	2,89
Experiencias y tendencias de la RSE	3,41	3,27	2,83
Responsabilidad social corporativa	3,19	3,16	3,00
Estándares y auditoría de la RSE	3,84	3,58	3,15

Si se hace la revisión de los datos de acuerdo a la procedencia del entrevistado, se encuentra en los cuatro aspectos evaluados, hay mayor interés por las personas que viven en las capitales de departamento, seguidos de los que viven en ciudades grandes y luego aparecen los registros de los profesionales que viven en municipios pequeños. Las medidas de la varianza evidencian igualmente un valor amplio de los resultados obtenidos en la encuesta.

Esta información coincide con una investigación realizada en la Comunidad de Madrid, que encuentra valores bajos en la comunidad de profesionales sobre el conocimiento de los criterios de la responsabilidad social en las empresas (8).

Este resultado coincide con autores como Valenzuela, Linares & Suarez (9), que luego de una revisión de la RSE en Latinoamérica y Colombia, reconoce un aumento en las publicaciones, pero considera que el conocimiento en el tema es aún muy incipiente.

B. Interés en temáticas relacionadas con la Responsabilidad Social y Ambiental

Los hallazgos relacionados con el interés de conocer sobre temáticas de la RSA se relacionan en la Tabla 3.

Tabla 3. Interés en conocer sobre temáticas relacionada con la RSA

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desv. Desviación	Varianza
Negocios sustentables	110	3,45	1,325	1,755
Crecimiento verde	110	3,32	1,334	1,779
Consumo socialmente responsable	110	3,28	1,093	1,195
Innovación social	110	3,13	1,286	1,653
N válido (por lista)	110			

Los datos del valor de la media se elevan respecto a lo manifestado en las preguntas de conocimiento. Se centra el interés en negocios sustentables, crecimiento verde y consumo socialmente responsable, pero se sigue considerando que es necesario promover las temáticas relacionadas con la RSA.

Esto coincide con la percepción de la RSA en México, donde se asocian los términos con las actividades filantrópicas y el cumplimiento de requisitos ambientales, más que las posibilidades económicas que pueden desarrollar las organizaciones al acogerse a las oportunidades ambientales y de marca para relacionarse con sus clientes internos y externos (10).

En cuanto al tema de la innovación social que tiene el más bajo valor de la media, en parte debido a que el término innovación se asocia a lo tecnológico y a los procesos y solamente en los últimos 15 años se ha venido incorporando este concepto a los discursos oficiales (11).

Tabla 4. Interés en conocer sobre RSA

Ciudad	Capital	Ciudades grandes	Municipio
Crecimiento verde	3,91	3,31	3,13
Innovación social	3,66	3,27	2,89
Negocios sustentables	3,88	3,38	3,34
Consumo socialmente responsable	3,50	3,38	3,17

Igualmente, como sucede cuando se evalúan conocimientos, los valores de las medias más bajos se encuentran en los profesionales ubicados en los pequeños municipios, lo que se puede deber a que las empresas e instituciones en que laboran no están relacionadas con la RSA de una manera directa.

III. CONCLUSIONES

La importancia de la responsabilidad social y ambiental radica en que es uno de los pilares de los acuerdos internacionales

firmados por Colombia. De acuerdo con esta premisa, el nuevo programa posgradual, denominado Especialización en Responsabilidad Social y Ambiental involucra dichos elementos, con base los resultados producto de la aplicación de los instrumentos que fueron respondidos por 110 profesionales con afinidad a las áreas evaluadas.

Con relación a los resultados, sobresalen los correspondientes a las tendencias enmarcadas principalmente en los estándares y auditoría de la responsabilidad social empresarial y el interés particular en la temática de negocios sustentables y crecimiento verde, los cuales se consideraron dentro del diseño microcurricular del nuevo programa y se espera que se continúe con la tendencia que permita el conocimiento y alcance a programas y temáticas relacionadas con la RSA.

La RSA es una forma de atraer consumidores, pues tanto estos como las empresas deben tener orientar sus productos y servicios al cumplimiento de sus principios, además de tomarlos como la base de su operación como negocio, por lo tanto, la cualificación de profesionales que los orienten en estos temas es prioritaria para el país.

REFERENCIAS

1. **Durán Heras, Alicia.** Análisis del proceso de elaboración e implantación de instrumentos de responsabilidad social corporativa. *Tesis Doctoral.* Madrid, España : Universidad Carlos III de Madrid, 2005.
2. *La empresa ambientalmente responsable.* **Lacruz Moreno, Félix Fernando.** 2005, Redalyc, pág. 21.
3. **Bauman, Zygmunt.** La Sociedad Sitiada. *Fondo de Cultura Ecónomica.* [En línea] 2007. https://archive.org/stream/pdfy-9wMTYGualcJz2mn2/Bauman%2C%20Zygmunt%20-%20La%20sociedad%20sitiada_djvu.txt.
4. **Sepúlveda, Sergio.** *Gestión del desarrollo sosternible en territorios rurales: Métodos para la planificación.* http://repiica.iica.int/docs/B0712E/B0712E.pdf : s.n., 2008.
5. **David Rockefeller Center for Latin American Studies - Harvard University.** *Gestión evectiva de emprendimientos sociales.* Washington, DC : Banco Interamericano de Desarrollo - Editorial Planeta, 2006. 1597820350 .
6. **CEMEFI - Centro mexicano para la filantropía.** *El concepto de responsabilidad social empresarial.* México D.F. : s.n., s.f. pág. 35.
7. **United Nations.** The world's largest corporate sustainability initiative. *United Nations Global Compact.* [En línea] 2020. https://www.unglobalcompact.org/what-is-gc.
8. *a percepción sobre la responsabilidad social en las sociedades cooperativas de trabajo asociado y las sociedades laborales: un análisis en el ámbito de la ciudad de Madrid.* **García Villalobos, Juan Carlos, y otros.** 2011, REVESCO Revista de Estudios Cooperativos, págs. 102 - 124. 1885-8031.
9. *Una aproximación teórica y bibliometrica a la Responsabilidad Social Empresarial (1971-2015): Analisis mundial, latinoamericano y colombiano.* **Valenzuela, Luis Fernando, Linares, María Cristina y Suarez, Yuli Marcela.** Bogotá : s.n., 2015, Lumina, Vol. 15, págs. 168-193.
10. *Análisis de la Responsabilidad Social Empresarial en Tiendas de Conveniencia Desde la Percepción de los Consumidores.* **Araiza Garza, Zóchitl, Hernández Castro, Nidia y Hernández Mijares, Virginia.** 4, 2018, Revista Internacional Administración & Finanzas, Vol. 11, págs. 1-10. 2157-3182.
11. *El Manual de Oslo y la innovación social.* **Echevarría, Javier .** 732, 2005, Arbor, Vol. 184.

Selección de modelos de negocio para productos derivados del lactosuero ácido empleando el modelo de negocio Canvas

Golda Meyer Torres Vargas
Ingeniería de alimentos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
golda.torres@unad.edu.co

Edwar Fernando Toro Perea
Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
edward.toro@unad.edu.co

Resumen - El objetivo de este trabajo fue aplicar el modelo de negocio Canvas en la selección de modelos de negocio para productos derivados del lactosuero ácido. Esta investigación contribuye al aprovechamiento del lactosuero derivado de la producción de queso doble crema al proponer un uso final y generar un valor comercial; en este punto se formularon los siguientes interrogantes ¿Qué productos se pueden elaborar a base de lactosuero ácido y cuáles de ellos puede registrar un modelo de negocio viable?. Para responder a estos interrogantes se diseñó un instrumento tipo encuesta que fue aplicado a las empresas participantes con el fin de obtener información para determinar algunas características y grado de aceptación en la creación de nuevos productos a base de lactosuero ácido. Los resultados indicaron que son cuatro los productos que pueden ser elaborados: bebida láctea fermentada con características similares al yogur, queso tipo ricota, helados con trozo de frutas y bebidas energizantes. Para decidir cuál de ellos procesar, se empleó el modelo de negocio Canvas. Los resultados obtenidos infieren que el producto con mayor decisión para desarrollar un modelo de negocios es la bebida láctea fermentada con características similares al yogur; el modelo de negocio Canvas para este producto relaciona un mayor número de criterios factibles relacionados con la segmentación de clientes, propuesta de valor, Canales de comercialización, relación con los clientes, estructura de ingresos, actividades claves, socios claves y estructuras de costos frente al producto queso ricota que presenta desventajas en los criterios de estructura de ingresos y actividades claves.

Palabras clave— Lactosuero, modelo Canvas, modelos de negocio, queso.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó a través del tipo de investigación aplicada y descriptiva. El ámbito y tiempo social de la investigación fueron: municipio de Belén en el departamento de Boyacá. La población se centró en las empresas lácteas del municipio de Belén y la muestra estuvo conformada por nueve (9) empresas procesadoras de queso doble crema del mismo municipio. Fuentes de información primarias: aplicación de encuesta presencial a las nueve empresas productora de lactosuero y revisión bibliográfica disponible para productos ya elaborados a base de lactosuero y vigentes en el mercado. El instrumento tipo encuesta buscó determinar algunas características y grado de aceptación para la creación de nuevos productos a base de lactosuero ácido. La revisión bibliográfica se realizó con base a los resultados de la encuesta, específicamente al análisis de la pregunta: ¿Si tuviera la oportunidad de generar acciones en su empresa para el aprovechamiento de lactosuero ácido a corto o mediano, cuál o cuáles productos desarrollaría?. La búsqueda de la información se realizó sobre los siguientes criterios a partir del análisis de la respuesta de la pregunta anterior: i)

opinión empresarial (encuesta) ii) margen de ganancia, iii) procesos requeridos, iv) maquinaria y equipo. Se utilizó el modelo de negocio Canvas porque permite obtener información y generar una base de datos en pro de identificar y seleccionar modelos de negocio para productos derivados del lactosuero ácido proveniente del proceso del queso doble crema. Para cada producto se analizaron los nueve elementos que contemplan el modelo Canvas: segmento de clientes, propuesta de valor, canales de distribución, relación con el cliente, estructura de ingresos, recursos claves, actividades claves, asociaciones claves y estructura de costos. Para la diagramación de cada modelo se utilizó el programa en línea genial.ly.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Lo resultados de la encuesta, específicamente a la pregunta: ¿Si tuviera la oportunidad de generar acciones en su empresa para el aprovechamiento de lactosuero ácido a corto o mediano, ¿cuál o cuáles productos desarrollaría?, fueron:

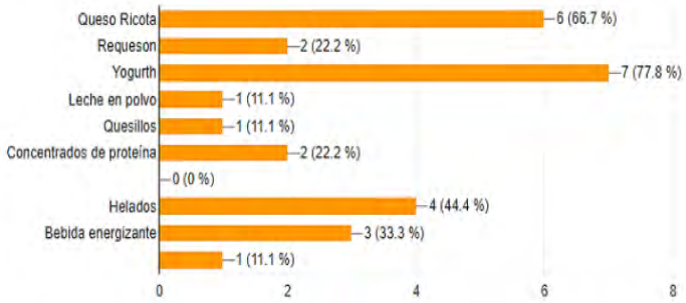


Figura 1. Preferencia de las empresas para la elaboración de productos alimenticos derivados del lactosuero ácido

De acuerdo a la elección de los empresarios, los productos que prefieren elaborar son: bebida láctea fermentada con características similares al yogur, queso ricote, helados, aunque le sigue la bebida energizante y concentrados en proteína, los que menos llaman la atención y por ende con menor porcentaje son leche en polvo y quesillos.

En la tabla 1 se presenta los resultados para el criterio margen de ganancia. En la tabla 2 se registran la información obtenida para los procesos de elaboración requeridos.

Tabla 1. Margen de ganancia de productos a base de lactosuero

PRODUCTO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO DE PRODUCCIÓN PROMEDIO	PRECIO DE VENTA PROMEDIO	MARGEN DE GANANCIA
Bebida láctea fermentada con características similares al yogur	Litro	$ 2.056	$ 3.000	30%
Queso ricota	500 gramos	$ 2.422	$ 3.717	30%
Helados	75 gramos	$ 1.700	$2.000	20%
Bebida energizante	250 ml	$ 717	$ 2.500	40%

Tabla 2. Número de procesos requeridos

PRODUCTO	PROCESOS QUE SE REQUIEREN	PROCESOS
Bebida láctea fermentada con características similares al yogur /Yogurt	7	Recepción y revisión de la leche. Pruebas de calidad. Pasteurización. Inoculación del cultivo láctico de yogurt. Maduración y enfriamiento. Envasado y rotulado. Almacenamiento
Queso ricota	11	Recepción de materia prima. Ajuste del pH con ácido cítrico al 50%. Tratamiento térmico 90-92°C. Precipitación de proteínas. Cocción. Desuerado. Moldeado. Prensado. Refrigeración y almacenamiento 3 °C. Envasado
Helados	9	Recepción de materia prima. Almacenamiento de materia prima. Inspección. Pasteurización. Batido y maduración. Congelación batida. Moldeo o vaciado. Congelación y conservación. Almacenamiento producto terminado
Bebida energizante	7	Recepción de materia prima. Tratamiento de agua e ingredientes. Mezcla de materia prima. Desinfección de embalaje. Empaque del producto. Etiquetado. Almacenamiento.

La tabla 3 presenta los resultados sobre la maquinaria y equipos requeridos para cada producto.

Tabla 3. Maquinaria y equipos requeridos

PRODUCTO	EQUIPOS REQUERIDOS
Bebida láctea fermentada con características similares al yogur	Tapador de capsula semi-automático AAM-120 para garrafas. Maquina envasadora y selladora automática. Selladora bolsa pedal. Marmita industrial. Refrigerador
Queso tipo ricota	Tinas de evaporación en acero. Bidones de aluminio. Empacadora al vacío.
Helados	Mezclador. Pasteurizador – homogeneizador. Mantecador – batidor. Tanque de maduración. Maquina dosificadora de conos y vasos (maquina llenadora automática de helados rotativa lineal)
Bebida energizante	Enjuagadora, llenadora y tapadora de botella pet. Etiquetadora en dos lados. Mezcladora de bebida. Tratamiento de agua (filtros)

Los resultados de la encuesta indican que los empresarias se inclinarían por la producción de productos como : bebida láctea fermentada con características similares al yogur, queso ricote y helados, aunque le sigue la bebida energizante. El requesón y concentrados en proteína, son los productos que menos les llama la atención producir. De acuerdo a la revisión bibliográfica de estudios de mercados se encontró que la producción de la bebida energizante genera un margen de ganancia del 40%, seguido de la Bebida láctea fermentada con características similares al yogur y el queso ricota con el 30%, los helados son los que menos ganancias exhiben (20%). En cuanto al número de procesos que requieren para la elaboración de cada producto, el queso ricota y los helados necesitan de un mayor número de etapas (11 y 9) mientras que la elaboración de queso ricota y la bebida láctea es de 7. Estudios técnicos previos encontrados en la revisión de la literatura indican que elaborar una bebida láctea requiere un mayor número de equipos que los demás productos.

En las Figuras 2,3,4 y 5 se presentan los lienzos de los modelos de negocio Canvas para los cuatro productos identificados en la encuesta.

En el siguiente enlace virtual se pueden observar una mayor información cada modelo de negocio: https://view.genial.ly/6087a6dde90fd60cf663753d/interactive-content-modelos-canvas-productos-lactosuero



Figura 2. Lienzo modelo de negocio Canvas para la bebida láctea fermentada con características similares al yogur

El modelo Canvas permite de manera coherente crear propuesta de valor, es una herramienta visual para analizar como una organización o unidad productiva crea, entrega y captura valor, [1], [2], [3], en otras palabras es la descripción de la forma como una empresa realiza negocios [3], [4].



Figura 3. Lienzo modelo de negocio Canvas para queso ricota.

El modelo de negocio Canvas se construye a partir de nueve bloques que cubren cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad financiera [1], [3]. El modelo de negocio Canvas es una

herramienta establecida para la estructuración, visualización y evaluación de los modelos comerciales, genera un enfoque integral para describir y definir el modelo de negocio de una empresa [5]. Este modelo proporciona la base para diseñar un proceso de valorización eficaz porque es integral y evalúa la forma como la valoración afectará la toma de decisiones para generar un objetivo de cambio ([6], [7]. En la referencia [8] se indica que el modelo Canvas es una plantilla que sirve de guía para documentar los nuevos modelos de negocio o mejorar los existentes, en este proceso es válido iniciar el modelo Canvas respondiendo las siguientes preguntas: “¿Quiénes son nuestros clientes más importantes y para quién estamos creando valor? " Estas preguntas sobre los segmentos de clientes van de la mano de los canales y la relación entre productor y cliente [8].



Figura 4. Lienzo modelo de negocio Canvas para helado con trozos de fruta.



Figura 5. Lienzo modelo de negocio Canvas para la bebida energizante

Los resultados obtenidos de cada lienzo Canvas infieren que el producto con mayor decisión para desarrollar un modelo de negocios es la bebida láctea fermentada con características similares al yogur; el modelo de negocio Canvas para este producto relaciona un mayor número de criterios factibles relacionados con la segmentación de clientes, propuesta de valor, Canales de comercialización, relación con los clientes, estructura de ingresos, actividades claves, socios claves y estructuras de costos frente al producto queso ricota que presenta desventajas en los criterios de estructura de ingresos y actividades claves.

III. CONCLUSIONES

La propuesta de valor de cada uno de los productos se caracteriza además por la reducción de riesgos (ambientales) y de conveniencia (usabilidad de suero en elaboración de productos alimentarios). La bebida láctea, el queso tipo ricota y los helados a base de lactosuero ácido entregan un mayor valor al cliente que el que proporciona la bebida energizante. Estos productos le ofrecen a los diferentes segmentos aportes nutricionales y funcionales, cualidades que se buscan en la nuevas formas de hábitos de consumo, pero es la bebida láctea es quien presenta una mayor cantidad de aspectos con posibilidades de ser desarrollados.

AGRADECIMIENTO

Al Sistema de Gestión de la Investigación de la UNAD. Esta propuesta es derivada del macroproyecto: Viabilidad técnico-ingenieril a escala piloto para la valorización del suero ácido, derivado de la elaboración del queso doble crema en las empresas lácteas del municipio de Belén (Boyacá). convenio UNAD-FENALCO capitulo Boyacá y clúster de derivados lácteos de Boyacá. Convocatoria UNAD 008.

REFERENCIAS

[1] Daou, A., Mallat, C., Chammas, G., Cerantola, N., Kayed, S., y Saliba, N.A.(2020). The Ecocanvas as a business model canvas for a circular economy. *Journal of Cleaner Production, 258* (1), 120938. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120938

[2] Braun, A.T., Schöllhammer, O., y Rosenkranz, B.(2021). Adaptation of the business model canvas template to develop business models for the circular economy. *Procedia CIRP 99*(1), 698-702. https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.093

[3] Hamwi, M., Lizarralde, I., Legardeur, J. (2021). Demand response business model canvas: A tool for flexibility creation in the electricity markets. *Journal of Cleaner Production 258* (1), 124539. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124539

[4] Shimasaki, C. (2020). Chapter 13 - Directing Your Technology Toward a Market Problem: ¿What You Need to Know Before Using the Business Model Canvas?. *Biotechnology Entrepreneurship (Second Edition),177*-185. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815585-1.00013-9

[5] Urban, M., Klemm, M., Olaf, K., Hornung, M. (2018). Airline categorisation by applying the business model canvas and clustering algorithms. *Journal of Air Transport Management 7* (1), 175-192. https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2018.04.005

[6] Ferranti, E., y Jaluzot, A.(2020).Using the Business Model Canvas to increase the impact of green infrastructure valuation tolos. *Urban Forestry & Urban Greening 54* (1), 126776. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126776

[7] Strulak-Wójcikiewicz, R., Wagner, N., Łapko, A., y Hącia, E. (2020). Applying the Business Model Canvas to Design the E-platform for Sailing Tourism. *Procedia Computer Science,176* (1), 1643-1651. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.188

[8] Brunner, M., y Wolfartsberger, J. (2020). Virtual Reality enriched Business Model Canvas Building Blocks for enhancing Customer Retention. *Procedia Manufacturing 42*(1), 154-157. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.062

Evaluación de un aderezo de quinua (*Chenopodium quinoa*. willd) con vegetales como estrategia para fortalecer la agrocadena de quinua en Cundinamarca.

Karol Daniela Rojas Triana
Ibeth Rodríguez González
Ingeniería de alimentos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Correo electrónico kdrojast@unadvirtual.edu.co
Correo electrónico ibeth.rodrigueznad.edu.co

Resumen - En el mercado se encuentra una gran variedad de soluciones alimenticias que compiten, mostrando su diferencia o valor agregado. Con las nuevas tendencias alimenticias saludables, la quinua abarca una gran participación, donde se ofrece inclusión de esta semilla en varios productos para incrementar el aporte nutricional. En el presente trabajo, se evaluó la estabilidad de un aderezo de quinua con vegetales desarrollado por la empresa Quality Q ubicada en Cundinamarca. Se hizo una evaluación de los parámetros de calidad del aderezo, a través, de un estudio de vida útil acelerada para poder estimar la estabilidad del producto con respecto a sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. El comportamiento de los peróxidos fue decreciente a través del tiempo, consecuente al proceso de oxidación lipídica, posiblemente se obtuvieron productos secundarios de oxidación como hidroperóxidos, cetonas, entre otros. Se logró evidenciar un cambio de color en el producto, el parámetro L* de luminosidad presentó una disminución significativa, por lo tanto, fue seleccionado como factor de calidad para estimar la vida útil del producto.

Palabras clave— Oxidación lipídica, Peróxidos, Vida útil

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

Quinua denominada Tunkahuán, caracterizada en trabajos anteriores y cultivada en Subachoque Cundinamarca, vegetales frescos: calabacín verde y amarillo, cebolla cabezona, zanahoria, apio, perejil, especias: pimienta, cúrcuma y aceites de girasol y oliva extra virgen fueron adquiridos en un supermercado local.

B. Elaboración del aderezo

Se realizó la cocción de la quinua previamente lavada y de los vegetales en aceite. Los vegetales fueron molidos y mezclados con las especias y el quinua.

C. Parámetros microbiológicos

Se realizaron análisis microbiológicos para verificar la inocuidad del producto con respecto a la norma NTC 4305, mediante recuento de Mesófilos aerobios, Coliformes Totales, Mohos, Levaduras y *Staphylococcus Aureus,* de acuerdo a los métodos BAM (2002) [1], ISO 21527-1 (2008) [2].

D. Estimación de vida útil

Se realizó un análisis de vida útil acelerada sometiendo el aderezo a altas temperaturas (37°C

y 47°C), de acuerdo al diseño experimental presentado en la Tabla 1. Se realizaron análisis de calidad para estimar el tiempo de vida útil aplicando regresión lineal y la ecuación de Arrhenius.

E. Diseño experimental

Tabla 1. Diseño experimental para estimación de la vida útil

Temperatura	Día	Variables
16±5°C	0	y1
	18	y2
	120	y3
37°C	14	y4
	28	y5
	41	y6
47°C	7	y7
	14	y8
	28	y9

F. Índice de valor del peróxido (VP)

Se realizó de acuerdo con la AOAC 965.33 [3]

G. *Evaluación sensorial*

Se conformó un panel sensorial de 5 panelistas no entrenados, donde se aplicó una prueba de aceptación sensorial mediante escala hedónica. Cada muestra de acuerdo con el diseño experimental fue evaluada bajo los atributos de Color, Sabor, y Olor.

H. Sinéresis

Se tomaron 10g de muestra y se llevaron a centrifugar durante 15 minutos a 3000 RPM, se realizó medición de agua liberada [4].

I. pH

Se realizó de acuerdo con la AOAC 981.12[3].

J. Color

Para determinar el color, se utilizó un colorímetro Color Quest XE HunterLab.

K. Análisis estadístico

Se realizó un análisis ANOVA simple para evaluar diferencias significativas del producto a cada temperatura evaluada con un nivel de confianza del 95%. Se aplicó la prueba de Tukey para comparaciones múltiples. El paquete estadístico utilizado fue STATGRAPHICS XVII, 2015.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Caracterización microbiológica

De acuerdo con los análisis realizados y los parámetros establecidos por la NTC 4305 el producto cumple con las condiciones microbiológicas para su comercialización y consumo, lo que indica que la pasteurización fue efectiva. Los resultados son presentados en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización microbiológica del aderezo de quinua y vegetales.

Descripción	NTC 4305	Resultados
Recuento Mesófilos aerobios UFC/g/mL	1000-5000	3100
Recuento Coliformes Totales NMP/g/mL	<10	<3
Recuento Mohos UFC/g/mL	100-200	<100
Recuento Levaduras UFC/g/mL	100-200	<100
Recuento *Staphylococcus Aureus* Coagulasa positivoUFC/g/mL	<100	<100

B. Características fisicoquímicas del aderezo

El pH obtenido fue cercano al parámetro del máximo permitido en la norma (Max 4,0). Los resultados de análisis proximal se presentan en la Tabla 3 y cumplen con la normatividad establecida en la NTC 4305 con respecto al porcentaje de grasa del aderezo. [5] en la selección de la mejor formulación de aderezos de berenjena en el departamento de Córdoba, establece que el porcentaje de grasa más adecuado para su formulación por el aporte de grasa debe ser <20%, considerándose bajo en grasa como parámetro para la comercialización del aderezo. Muchos países controlan el contenido de grasas con semáforos nutricionales, incrementado el desarrollo de productos reducidos en grasa [6].

En el estudio de [7] realizaron formulación de un aderezo a base de zapallo loche (*Curcubita moschata*) utilizando criterios de conservación y aceptación sensorial, el contenido de proteínas fue del 1,53g/100g, mientras que el aporte de proteína del aderezo de quinua con vegetales es de 2,07g/100g, en comparación con aderezos similares, esto evidencia un aporte interesante de proteínas, posiblemente este aporte se deba al contenido de quinua presente en el producto.

Tabla 3. Caracterización nutricional del aderezo de quinua con vegetales

Análisis	(g/100g)
Cenizas	1,46
Fibra Cruda	1,79
Grasa Total	13,06
Humedad	71,71
Carbohidratos	9,91
Proteína	2,07

C. Estabilidad oxidativa del aderezo

El comportamiento del índice de peróxidos fue decreciente con respecto al tiempo de almacenamiento y la temperatura como se evidencia en la Tabla 4.

Tabla 4. Seguimiento índice medición de peróxidos

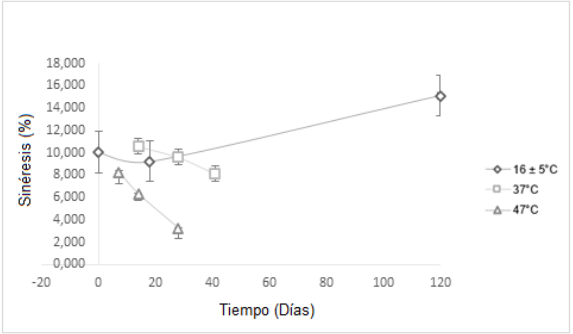
Temperatura	Día	Peróxidos
		meq O_2/kg
16±5°C	0	4,34 ± 0,11 [a]
	18	1,41 ± 1,50 [b]
	120	1,37 ± 0,02 [b]
37°C	14	3,27 ± 0,21 [a]
	28	0,94 ± 0,30 [c]
	41	0,73 ± 0,18 [c]
47°C	7	3,71 ± 2,11 [a]
	14	1,41 ± 0,51 [b]
	28	0,88 ± 0,40 [c]

Valores presentados como promedio ± la desviación estándar, las letras diferentes indican diferencias significativas

Posiblemente el descenso de los peróxidos con respecto al tiempo se debe a la generación de productos secundarios de la oxidación puesto que los peróxidos solo indican el periodo de inducción de la auto oxidación [8]. Es probable que el método de índice de peróxidos no haya sido suficiente para evaluar la estabilidad oxidativa del producto, de hecho, se ha mencionado que el índice de peróxidos no es una medición real de la oxidación sino una estimación de los precursores de la rancidez [9].

D. Estabilidad fisicoquímica del aderezo

Se observa que la sinéresis disminuye a temperaturas altas y aumenta a temperatura ambiente (ver Figura 1). La sinéresis en este producto posiblemente se debe a la retrogradación del almidón ya que es el principal componente de la quinua [10].

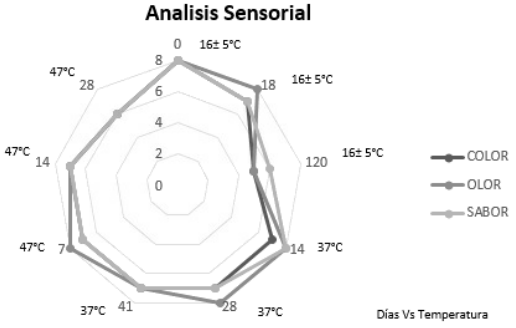


Valores presentados como promedio ± la desviación estándar (n=3)

Figura 1. Sinéresis en aderezo de Quinua con vegetales

E. Evaluación sensorial del aderezo a través del tiempo

Los resultados de las pruebas a diferentes temperaturas son descritos en la figura 2.
Debido al contenido alto de aceites vegetales en el producto, se esperaba un cambio en algunos atributos sensoriales. Diferentes estudios han detectado la generación de compuestos durante la oxidación de lípidos en alimentos, que generan cambios en el olor y sabor [8],[11], sin embargo, se requieren estudios más profundos y paneles entrenados para detectar estos cambios. Posiblemente el panel no entrenado, no alcanzó a detectar cambios en estos atributos o el producto no alcanzó un grado de oxidación que generará un rechazo al consumidor. Se ve una disminución en el puntaje de aceptación del aderezo a los 28 días de almacenamiento a 47°C, 120 días a 16±5°C y 41 días a 37°C.



Valores presentados como mediana del puntaje en escala hedónica (n=5)

Figura 2. Evaluación sensorial del aderezo

Los resultados de color se pueden observar en la tabla 5, encontrándose un cambio significativo en los parámetros luminosidad (L*), verde (a*) y amarillo (b*). Los resultados presentaron diferencias significativas (p valor < 0,05). L* disminuye, lo que revela que el producto es más opaco y pierde brillo, el parámetro a* representativo de verde por dar negativo en la lectura, caracteriza un oscurecimiento del producto y b* evidencia una pérdida del color amarillo.

Tabla 5. Resultados L*, a* y b* en el aderezo durante su almacenamiento.

T°C	t	L*	a*	b*
16±5	0	63,39±6,03[a]	-8,72±0,65[a]	57,96±5,65[a]
	18	60,86±0,75[a]	-7,63±0,50[a]	54,52±2,58[a]
	120	31,26±1,44[c]	-2,92±0,76[c]	36,50±3,11[c]
37	14	60,53±0,88[a]	-7,15±0,64[a]	53,45±1,73[a]
	28	55,27±0,80[b]	-5,29±0,47[b]	49,44±0,73[a]
	41	49,99±0,88[c]	-3,70±0,27[c]	44,59±0,78[b]
47°	7	61,96±4,40[a]	-7,50±0,57[a]	53,44±4,09[a]
	14	57,13±2,67[a]	-6,19±0,51[a]	51,78±3,92[a]
	28	51,32±1,71[b]	-4,37±0,22[b]	47,50±3,71[b]

Valores presentados como promedio ± la desviación estándar, T°C=Temperatura , t=tiempo

F. Estimación de la Vida útil

Se estimó la vida útil de acuerdo al cambio de color, con un ajuste lineal en orden cero (R^2> 0,99) en la reacción de cinética de deterioro.

En la figura 3 se muestra el gráfico para estimar la velocidad y orden de reacción 0 de la variable luminosidad (L*). Se puede apreciar un descenso significativo en el parámetro de luminosidad, se revela que el producto se opaca y pierde brillo, durante los días de almacenamiento, el orden de reacción fue 0 y el parámetro crítico estimado fue la pérdida de 30% de luminosidad, de acuerdo con el cambio percibido por los consumidores [12].

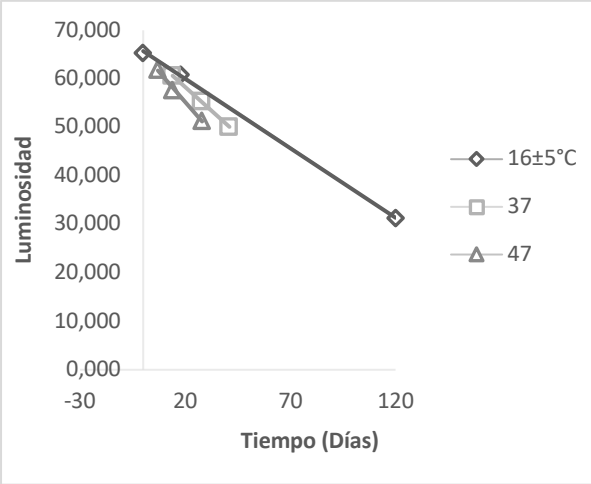


Figura 3. Gráfica de luminosidad orden 0

Datos presentados como promedio (n=5)

En la Tabla 6 se muestran los parámetros de estimación de vida útil. La velocidad (k) fue mayor a altas temperaturas. En el estudio de [13]"Estimación de la vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q10", se evidenció en los tratamientos a 55ºC, 45ºC y 35ºC respectivamente un oscurecimiento en relación con el tiempo en las muestras incubadas a diferentes temperaturas. Cuando el color o la apariencia se desvían demasiado de las expectativas, los consumidores los rechazarán.

En la figura 4 se aprecia la gráfica de aplicación del modelo de Arrhenius con la reacción de cambio de luminosidad. La energía de activación (Ea) fue 16.579,78 J/mol para cambio de color y 16.521,58 J/mol para cambio de luminosidad. En los Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos de [14], se define la Ea de oxidación de lípidos de 10.000 a 25.000 J/mol.

Tabla 6. Constante de cambio de Luminosidad orden 0

T°C	(k)	R^2	VU (Días)
16±5°C	0,2863	0,9997	71
37°C	0,3902	0,9995	52
47°C	0,4997	0,9947	41

T°C=Temperatura , VU=vida útil estimada, k= constante de velocidad

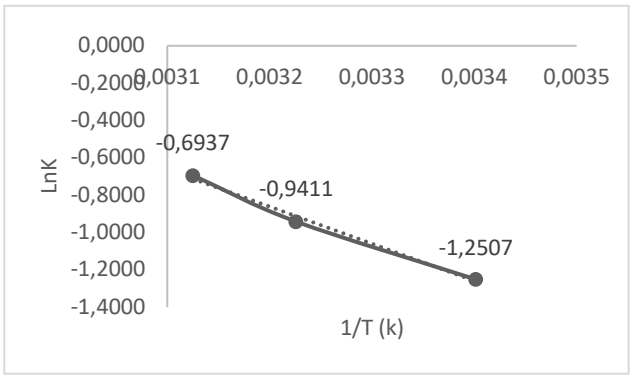


Figura 4. Gráfica de Arrhenius para cambio de luminosidad

III. CONCLUSIONES

La estabilidad microbiológica a lo largo del estudio se mantuvo en los parámetros establecidos por la NTC 4305, el recuento de Coliformes, Mohos y levaduras fue de <3 y de acuerdo con la normatividad se encuentra conforme microbiológicamente, con resultados <100.

El comportamiento de los peróxidos presentó una disminución con respecto al tiempo y en el almacenamiento a diferentes temperaturas debido a que el método de peróxidos no es preciso y que los peróxidos no indican una oxidación real sino indica la generación de precursores de rancidez.

El análisis sensorial no demostró deterioro y rancidez en el producto, se debe usar un análisis sensorial con un panel entrenado para detectar cambios.

Con la medición de peróxidos no se puede estimar la vida útil del producto, solo apreciar la estabilidad oxidativa del producto y el comportamiento de autooxidación del aceite.

Se brindaron recomendaciones de formulación y estandarización del proceso a la empresa Quality Q, mediante una transferencia de conocimiento, en donde se presentaron los resultados y análisis del aderezo, para generar

competitividad en la cadena de quinua en Cundinamarca.

AGRADECIMIENTO

Al grupo de investigación GIEPRONAL y al semillero de investigación CITECAL.

REFERENCIAS

[1] Feng, P., Weagant, S. D., Grant, M. A., Burkhardt, W., Shellfish, M., & Water, B. (2002). BAM: Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. Bacteriological analytical manual, 13.

[2] International Organization for Standardization, 2008. ISO 21527-1. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds.

[3]Horwitz, W., & Latimer, G. W. (2005). AOAC Official methods of analysis. *Off. Methods Anal*.

[4]Downey, G. (2003). Effects of cryoprotectant mixtures on physical properties of frozen and thawed puréed cooked potatoes: some introductory studies. *International Journal of Food Science & Technology*, *38*(8), 857-868.

[5] Sotelo, M. S., Márquez, M. R. A., De Paula, C. D., Mejía, M., & Montoya, M. (2007). Selección de la mejor formulación de aderezos de berenjena (Solanum melongena L.) con base en sus características fisicoquímicas y microbiológicas. *Temas Agrarios*, *12*(2), 42-50.

[6] Freire, W. B., Waters, W. F., & Rivas-Mariño, G. (2017). Semáforo nutricional de alimentos procesados: estudio cualitativo sobre conocimientos, comprensión, actitudes y prácticas en el Ecuador. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, *34*, 11-18.

[7] Barrios, A. A., & Candela, M. L. (2014). Formulación de un aderezo a base de zapallo loche utilizando criterios de conservación y aceptación sensorial. *Saber y Hacer*, *1*(2), 48-62.

[8] Frankel, E. (2005). Lipid Oxidation. Ed. The Oily Press, Bridgewater, UK https://www.sciencedirect.com/book/9780953194988/lipid-oxidation

[9] Badui, S. (1996). Química de los alimentos. Ed. Longman. México, D.F. pp. 380-384. http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf

[10] Zárate, M. (2019). Aplicación del almidón de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la industria alimentaria de acuerdo a su potencial tecnológico [Tesis maestria – Universidad Nacional de Colombia] https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76596

[11] Braverman, J. (1980). Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Ed. El Manual Moderno, México. https://www.worldcat.org/title/introduccion-a-la-bioquimica-de-los-alimentos-de-j-b-s-braverman/oclc/991736460

[12] Labuza, T. P., & Schmidl, M. K. (1985). Accelerated shelf-life testing of foods. *Food technology (USA)*.

[13] Rondón, E., Pacheco Delahaye, E., & Ortega, F. (2004). Estimación de la vida útil de un análogo comercial de mayonesa utilizando el factor de aceleración Q10. *Revista de la Facultad de Agronomía*, *21*(1), 68-83.

[14] Gómez, G. I. (1999). Métodos de Estudio de Vida de Anaquel de los Alimentos.

Diseño de prototipos para mitigar el impacto ambiental por explotación minera en Soacha

Brayan Steven Ramirez Cortes
Sandra Marleny Vela Rojas
Ciencias Básicas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
brayan.ramirez@unad.edu.co
sandra.vela@unad.edu.co

Paola Catterine Saenz Martinez
Ciencias Básicas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNAD, Colombia
paola.saenz@unad.edu.co

Resumen - El documento presenta el planteamiento de un proyecto de investigación por parte de los docentes de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) UDR Soacha, sobre cómo poder mitigar el impacto ambiental en los suelos y fuentes hídricas, que producen algunas empresas mineras en el municipio de Soacha, en particular en el corregimiento 1 conformado por las veredas: Romeral, Alto del Cabra, Hungría, San Jorge, Villanueva, y Fusungá, donde se evidencia explotación minera, a partir de la implementación de tecnología, concretamente desde la automatización de procesos. Para lograr lo anterior, se emplea un enfoque metodológico de carácter cualitativo y cuantitativo, a partir de la recolección de información y realización de revisión teórica que permitan interpretar la realidad objetiva del contexto buscando hacer partícipes a los estudiantes de la escuela que residen en el sector. Para la recolección de datos se considera realizar una revisión de informes técnicos y científicos, artículos ambientales y estadísticas de la universidad y de fuentes externas; para identificar las situaciones susceptibles para proponer una solución automatizada, a través de prototipos para contribuir a soluciones ambientales de la zona.

Palabras clave **-** Automatización, contaminación .

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección definiremos los elementos conceptuales fundamentales para la identificación de necesidades, comenzamos definiendo la automatización y prototipos para la transformación de procesos en minería.

La automatización se ha entendido como una tecnología en la cual se aplican los sistemas mecánicos, electrónicos y computarizados, con el fin de operar y controlar la producción, de bienes físicos de consumo, además involucra una gran variedad de sistemas y procesos que se ejecutan con mínima o ninguna intervención del ser humano (Moreno, 2001).

Se ha clasificado la automatización en tres procesos diferentes de acuerdo a los requerimientos del proceso productivo, los volúmenes de producción y la variedad de productos que se fabrican: a) automatización fija, se caracterizan por la secuencia única de operaciones de procesamiento y ensamble; b) automatización programable o “batch”, la secuencia de operaciones es controlada por un programa y cambia para diferentes configuraciones del producto; y c) automatización flexible, en donde es posible fabricar productos de diferentes especificaciones sin pérdidas de tiempo, atribuibles a los cambios y ajustes de los

equipos de proceso entre un producto y otro (Mora, 1987).

Un proceso automatizado está compuesto por los siguientes elementos (Vallejo & Vallejo, 2006):

1. Fuentes de energía, necesarias para ejecutar el proceso y los controles, la principal fuente es la electricidad, la cual es convertida a formas alternas de energía: mecánica, térmica, lumínica, acústica e hidráulica.
2. Infraestructura de equipos: ejecutarán las operaciones de transformación necesaria sobre los materiales para obtener los productos que se requieren.
3. Programa de instrucciones: donde se definen las acciones a desarrollar de acuerdo con el diagrama de flujo del proceso.
4. Arquitectura del sistema de control: en este se definen los requerimientos de sensórica, instrumentación, controladores lógicos programables (PLC) y sistemas de supervisión, necesarios para ejecutar el proceso.
5. Sistema de control: ejecuta el programa de instrucciones del sistema automático y permite la realización del proceso; se definen los ciclos de trabajo, en el que para cada uno se establece el mismo número de pasos asociados con los cambios en los parámetros del proceso, sin variaciones de un ciclo a otro. Así, el programa de instrucciones es repetido durante cada ciclo de trabajo sin desviaciones.

Aplicación de la Automatización de procesos en la minería

En el caso particular del sector minero, existen diversas aplicaciones en distintos niveles. Procesos donde se coordina automáticamente la operación de varios equipos o procedimientos de análisis de información en tiempo real, que permiten mejorar la toma de decisiones y también automatizar la generación de reportes. Desde una perspectiva práctica, la incorporación de tecnología tendría que facilitar los procesos en cualquier industria. El objeto de ello es acelerar los procedimientos y elevar los estándares de calidad y seguridad, incidiendo directamente en los costos de la producción. Esto implica, apuntar a la posibilidad de producir minerales de manera competitiva para los mercados internacionales, a la vez de minimizar los efectos sobre el medioambiente (Paves, 2014).

En la explotación de minas, la aplicación más conocida es la automatización y tele-operación de vehículos y maquinaria minera, incluyendo camiones de alto tonelaje en minería a rajo abierto y equipos LHD en minería subterránea. En este último caso, la automatización no sólo provee mayor eficiencia en el transporte, sino también brinda mayor seguridad a los operadores al alejarlos de zonas potencialmente peligrosas. Esta aplicación, aún minoritaria a nivel mundial, ofrece un gran potencial de desarrollo (Fundación Tecnológica, 2015).

Considerando la información extraída del periódico Soacha Ilustrada (2018), según un informe de la Contraloría de Cundinamarca, los municipios de Cucunubá y Soacha son los territorios con mayor informalidad en actividad minera en Cundinamarca, de las 675 zonas donde se desarrolla minería ilegal, de los cuales solo cinco municipios de Cundinamarca concentran el 57% de minería ilegal.

La metodología de trabajo se describe como mixta en el sentido dar un enfoque cualitativo y cuantitativo, para efectos del presente escrito describimos una de las etapas del proyecto, en la que se realizó una investigación documental, la cual consiste según Bernal (2006) en “un análisis de la información escrita sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio.” (p. 111).

Como técnica de investigación se realizó una revisión documental. Hurtado (2008) citada en Núñez y Villamil (2017) afirma que esta técnica recurre a información escrita, que muestra datos producto de mediciones hechas por otros. En este

caso se seleccionaron artículos de periódicos locales, videos de noticias relacionadas con la temática, documentos sobre políticas del municipio relacionadas, documentos sobre automatización y prototipado, informes técnicos y científicos, artículos ambientales y estadísticas de la centros académicos y de fuentes externas con el fin de analizar la información e identificar las posibles circunstancias en las que se pueda contribuir a la comprensión de las problemáticas ambientales y el posible impacto de la utilización de soluciones automatizadas para atenuar los daños ambientales ocasionados en el corregimiento 1 del municipio de Soacha.

Es así como para lograr mayor efectividad de esta investigación, realizaremos los siguientes pasos, de los cuales para efectos de esta presentación mostraremos los resultados del primero:

- Determinar cuál es el elemento del medio ambiente con mayor afectación, lo cual se realiza mediante análisis a la información documentada en prensa, videos con noticias y entrevistas en la red, para captar la percepción de la comunidad en el impacto ambiental por la actividad minera, además de la Identificación de entornos ambientales y métodos de trabajo en las minas.
- Realizar una investigación de campo acompañados por sistemas de georreferenciación., para identificar aspectos del método de trabajo que sean susceptibles de mejorar con automatización.
- Hallar la solución óptima que disminuya el efecto en el elemento con mayor afectación.
- Diseñar el prototipo que realizara el efecto mitigación.
- Construir el prototipo automatizado que en realidad evidencie la mejora del medio ambiente afectado.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultados de esta investigación y a partir de la revisión teórica y documental sobre medios de comunicación logramos identificar algunas necesidades del contexto estudiado que nos permiten inferir la proyección de la siguiente etapa de este proyecto.

Es necesario aportar desde la academia al proceso de cuidado ambiental de nuestro entorno, implementando prototipos tecnológicos que contribuyan al mejoramiento de los procesos de recuperación del medio ambiente.

Es así como encontramos que los procesos de descontaminación de fuentes hídricas son realizados de forma manual, en los cuales no se ha implementado la automatización, por lo tanto, su utilización modernizará y hará más eficaz esta actividad, generando beneficios a la comunidad del municipio.

A pesar de que la comunidad reconoce la existencia de un problema ambiental, es necesario involucrarla en los procesos que mitiguen el daño a los recursos hídricos generados por la explotación minera.

Una vez terminada nuestra investigación, centraremos nuestra discusión en aquellos aspectos más relevantes, que nos permitan realizar una comparación de los beneficios obtenidos en el medio ambiente luego de construir y utilizar los prototipos automatizados.

III. CONCLUSIONES

Como conclusión para esta investigación se pretende concienciar a nuestros estudiantes y a los habitantes especialmente de la comuna I de Soacha, sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, y cómo podemos aportar a partir del uso de la automatización, logrando un aporte tecnológico en la protección de este.

Se cumplió con cada uno de los objetivos planteados en la revisión teórica para reconocer las necesidades y tener una base para crear un proyecto que genere un impacto en la mejora del medio ambiente, a partir de la explotación minera dada en el sector tanto por empresas, como por mineros ilegales, que a través de los años ha ido incrementado de manera desmedida, es por ello que se plantea una próxima etapa: Mitigar los efectos nocivos al medio ambiente causados por la explotación minera en el corregimiento número uno del municipio de Soacha, mediante la automatización.

También se espera poder exponer los avances obtenidos en el proceso de investigación en próximas publicaciones, con el fin de motivar a la comunidad académica a investigar sobre el tema o afines.

Poder realizar recomendaciones para contribuir en salvaguardar el medio ambiente, desde diferentes frentes, de ser posible en la construcción de elementos tecnológicos, con financiamiento de entidades oficiales.

REFERENCIAS

Alcaldía Municipal de Soacha. (2018). *Plan de Ordenamiento Territorial* . Soacha: República de Colombia.

Barbosa, H. (2018). Soacha, *uno de los municipios con mayor actividad minera ilegal en Cundinamarca. Soacha Ilustrada.* consultado en :https://soachailustrada.com/2018/06/soacha-uno-los-municipios-mayor-actividad-minera-ilegal-cundinamarca/

Bernal, C. (2006). Metodología de la Investigación. México, D.F., Pearson educación.

Calvo, M. S. (1997). *Ecología industrial: Ingeniería medioambiental aplicada a la industria.* España: Mundi-Prensa.

Fundación Tecnológica. (2015). *Automatización de operaciones mineras. Boletín Minero,* 32-34.

Galarza, J. (2015). *Análisis de la incidencia al medio ambiente en los procesos de automatización de la industria.* Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Hurtado, J. (2008). Metodología de la investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia. 4a. ed. Caracas: Quirón Ediciones, Recuperado de: http://emarketingandresearch.com/wp-content/uploads/2020/09/kupdf.com_j-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacioacuten-completo-1.pdf

Marroquín, L. (2016). *Análisis de los procesos sancionatorios para la protección del recurso natural suelo en el municipio de Soacha.* Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Núñez, W; & Villamil, L. (2017). Revisión documental: el estado actual de las investigaciones desarrolladas sobre empatía en niñas y niños en las edades comprendidas entre los 6 a 12 años de edad surgidas en países latinoamericanos de habla hispana, entre los años 2010 al primer trimestre del 2017. Universidad Minuto de Dios. Bogotá D. C.

Pavez, A. (2014). *Automatización en minería. El futuro es ahora. Construcción minera*, 9-15.

Rey, C. (2008). *Sistemas de gestión ambiental. Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental*. Madrid: Escuela de Organización Industrial.

Vallejo, B., & Vallejo, S. (2006). *Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico.* Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas, 47-63.

Revisión documental sobre el proceso de Gestión de Envíos y los aspectos que fortalecen su cadena de valor en Colombia

Ricardo Andrés Mejía Córdoba
Maestría en gestión de Tecnologías de la información
Universidad Nacional Abierta y a Distancias, Colombia
ricardo.mejia@unad.edu.co

Resumen - El presente documento tiene como objetivo reconocer los elementos claves que generan valor al proceso de gestión de envíos del sector en Colombia a través de la revisión de documentos académicos como artículos, libros e investigaciones que han abordado el tema en el país.

Para dicha revisión se utilizó la técnica denominada resumen analítico especializado la cual permitió extraer los datos más relevantes de las fuentes bibliográficas consultadas y así poder contar en este documento cuales son esos aspectos que se tienen en cuenta para el proceso de gestión de envíos en el sector.

Por ello como resultado principal; se puede mencionar que uno de los factores que motivan la innovación y automatización del mencionado proceso es cubrir las necesidades del cliente en cuanto a una entrega rápida y sin contratiempos de los productos o servicios para así generar valor en la cadena de distribución. Además, se pudo comprender la importancia que tiene la integración de sistemas de información en este tipo de empresas para poder atender un mayor número de clientes y brindar un servicio de mejor calidad.

Palabras clave— envíos, gestión, sistema, cadena, valor

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio presentado en este texto se realiza a través de un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, en el cual se acudió al método de revisión documental a través de la técnica ficha de resumen analítico especializado (RAE).

Las mencionadas fichas contemplan elementos como título del trabajo, año de publicación, tipología, idea general, contenido, metodología de desarrollo, conclusiones, referencias bibliográficas y link donde se encuentro el documento.

Para el estudio se analizaron diversos documentos académicos relacionados con el proceso de gestión de envíos en las empresas del sector en Colombia. Otro parámetro importante que se tuvo en cuenta para esta revisión es que las publicaciones o trabajos analizados no tuvieran más de 7 años de publicados, es decir que los textos utilizados fueron publicados entre los años 2014 a 2021.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos que se presentan a continuación hacen énfasis en dos aspectos: 1) las necesidades que presentan los clientes frente a este tipo de organizaciones, 2) los elementos que fortalecen la cadena de valor de las empresas a través de la implementación de sistemas de información para aumentar su competitividad.

Así pues, de acuerdo a los documentos analizados lo primero que se pudo establecer es que empresas como mercado Libre que ya tienen automatizado el proceso de gestión de envíos presentan inconformidades por parte de los clientes como lo expresan Fonseca y Blanco en su trabajo [1]. "desde septiembre hasta diciembre del 2018, en donde se encontró que al menos el 90% de los clientes no están satisfechos con el proceso de entrega de Mercado Libre. De igual manera se encontró que tres subprocesos están afectando el nivel de servicio, las demoras con un 30%, las devoluciones con un 21% y los reclamos con un 20%", sin embargo, en el documento se hace la aclaración que el proceso de logista de envíos es tercerizado por empresas como Servientrega, Envía y Deprisa.

Lo anterior también deja ver que empresas líderes en el mercado de envíos como deprisa, rapidísimo y Servientrega a pesar de su tamaño y cobertura también presentan inconvenientes en sus servicios al tercerizar la logista de envíos para los sistemas de E-commerce del país.

En este documento también se hace alusión a algunos trabajos relacionados con la percepción del nivel de servicio frente a la entrega de productos precisando unos indicadores que son claves en la gestión de envíos como son: incumplimiento en tiempos de respuesta a peticiones de servicio e incumplimiento en plazos de respuesta en servicios de prestación continua

Otro de los trabajos analizados menciona [2]. "la adecuación de un servicio se debe hacer con base a las exigencias del cliente", y resalta entre sus resultados [2] la existencia de falencias en los procesos logísticos para la gestión de envíos de mercancías, así como en [3], se dice que "las compañías enfocadas al transporte y a la logística en Colombia deben trabajar en brindar servicio de alta competitividad que genere valor a sus clientes".

Ya hablando de la parte de implementación de las plataformas para la gestión de envíos en [3] se planteó el siguiente objetivo "desarrollar una plataforma que debía contener todos los campos necesarios para procesar la entrega de carga de origen a destino e integrable a las diferentes plataformas de sistemas operativos y navegadores web". En este mismo trabajo se precisa que la implementación de este tipo de sistemas reduce la carga operacional de los colaboradores de una organización [3].

Ahora bien, también se reconoce que si bien existe un sistema gestión de envíos, este depende del ingreso manual de información que hacen los operarios de estos SI, lo que puede ocasionar errores al poner la información allí por mala digitación [3], por ello las empresas colombianas deben apostar a integrar tecnologías mas robustas que permitan una comunicación en tiempo real con todos los interesados en el proceso en mención y en especial un mecanismo que facilite generar una comunicación más directa con los clientes[4]

Sin embargo para conseguir esto, muchas empresas dependen de la obtención de recursos financieros para la adquisición e implementación de estos sistemas [5], y así poder agregar valor [6] agregar valor a la cadena de distribución de productos o servicios, esta situación se ha venido observando a lo lago del tiempo en el país por

parte del estado y la empresa privada pues muchas empresas nuevas no logran su crecimiento por falta de conocimiento y los recursos necesarios que le permitan hacer una integración de servicios para mejorar su cadena de valor.

Lo anterior se refuerza en [9] mencionado que, "para ofrecer nuevos bienes y servicios, y adaptar sus negocios rápidamente a las exigencias del contexto, satisfaciendo las necesidades de sus clientes, es fundamental considerar elementos clave como la fiabilidad en el cumplimiento, flexibilidad y velocidad de atención".

De acuerdo a lo anterior, los sistemas de información aumentan la competitividad en área de logística y envíos porque "1) Trazabilidad del producto, que permite entregar al cliente información en tiempo real, 2) Evitar excesos de inventarios, al contar con datos reales para atender la demanda 3) Genera Flexibilidad al tener información de los recursos disponibles para obtener ventajas y estrategias competitivas en el mercado y 4) Interconexión de la información entre todos los actores de la cadena de suministro".[7]

En este trabajo también se puedo ver como se llevo a cabo un sistema de gestión de transportes y envíos para la empresa Audifarma toda vez que debido a su crecimiento fue necesario tomar mano de las TIC para poder controlar el volumen de solicitudes de atención que requerían sus clientes frente a la compra de medicamentos y la llegada de estos directamente a sus casas [7]. Y así mejorar el nivel de intención y servicio a los clientes.

Otro trabajo que demuestra la utilidad de los sistemas de información en la gestión de envíos es [8] púes en sus resultados se establece que para la empresa DHL Express la implementación de un sistema web donde el cliente pudiera realizar el retiro de sus encomiendas "tuvo un efecto rápido en el sistema de atención; el incremento en la calidad de servicio, mayor cantidad de solicitudes atendidas, descongestión de clientes".

Hasta el momento se puede decir que uno de los factores que ha ayudado a la evolución y mejora continua del procedo de gestión de envíos en las empresas de Colombia es la necesidad de darle una adecuada atención al cliente ante sus solicitudes de productos o servicios.

Luego del análisis realizado a las referencias biobibliográficas y trabajos que han tratado el tema de gestión de envíos en las diferentes empresas, se puede establecer que todas va en busca de la mejora en el nivel de servicio y satisfacción del cliente

De otra parte, también se pudo ver que resulta clave la integración de los sistemas de información tanto para las grandes, como pequeñas y medianas empresas pues esto les ayuda a mejorar su competitividad, tener una comunicación más directa con el cliente

III. CONCLUSIONES

De acuerdo al trabajo de investigación documental desarrollado se puedo establecer que el tema gestión de envíos va directamente relacionado con la cadena de valor del producto o servicio que se le ofrece el cliente. Ya que la satisfacción del cliente se traduce en la generación de valor para la cadena de distribución de este tipo de empresas.

También es de resaltar que este trabajo da a conocer que los sistemas de información son un elemento especial para acelerar los procesos de negocio en una empresa y mejorar su competitividad.

Hoy en día las organizaciones incluidas las del sector del sector de logística y envíos para poder sobrevivir y permanecer estables en el mercado deben ser capaces generar una fiabilidad en el cliente, tener flexibilidad en sus mecanismos de operación y desarrollar una velocidad frente a la atención frente a sus actores interesados.

Las empresas del sector de envíos juegan un papel clave a la hora de determinar el nivel de satisfacción del cliente frente a otras organizaciones que les venden o prestan servicios pues muchas veces estas últimas ponen en manos de las primeras la logista de entrega.

Es adecuado mencionar que este documento contiene parte del desarrollo de la primera fase del pecto titulado “Modelo de Gestión de negocio apoyado en arquitectura TI y la norma ISO 29110 para gestión de envíos mediante un sistema de información en la empresa COCHANOS CARGO S.A.S. de la ciudad de Villavicencio”.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento muy espacial al Ingeniero Mauricio Cárdenas docente de la Maestría en Gestión de Tecnologías e la información quien ha brindado su conocimiento y experiencia para el desarrollo de este trabajo

REFERENCIAS

[1]. C. Fonseca Espejo and J. Blanco Lugo, Mejoramiento en el proceso de entrega de la empresa Mercado Libre Colombia. Bogotá D.C., 2019, pp. 1-11.

[2] G. E. Bohórquez, J. S. Fernández y M. García Mogollón, "Evaluación del sistema logístico de las empresas de transporte de pasajeros y envíos de mercancía de Norte de Santander, Colombia.", BISTUA REVISTA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS, vol. 14, n.º 1, p. 125, mayo de 2016. Accedido el 16 de julio de 2021. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2016.1942

[3]J. H. M. Rosales y L. P. R. Pérez, «DISEÑO DE PLATAFORMA WEB DE CENTRALIZACIÓN DE ENVIOS DE PAQUETERÍA Y MENSAJERÍA PARA COMPAÑÍAS TRANSPORTADORAS EN COLOMBIA», p. 33, 2014.

[4]G. León y L. Fernanda, «Diagnostico empresarial para la empresa Transportes Saferbo S.A en la sede principal de la ciudad de Bogotá¡ D.C », n.º 3, p. 58.

[5]L. Cobo, «MONOGRAFÍA OPORTUNIDADES Y RETOS DEL USO LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DEL COMERCIO ELECTRÓNICO DE MIPYMES DE SERVICIOS Y PRODUCTOS AL POR MENOR EN COLOMBIA.», p. 227.

[6]D. Mejía López, «Gestión de la innovación en pequeñas empresas. Un estudio exploratorio en Querétar»o, RIE, vol. 14, n.º 2, pp. 71-86, mar. 2015.

[7]P. P. Ballesteros Silva, M. B. Valencia Bonilla, y J. D. Hernández Amariles, «DISEÑO, DESARROLLO Y VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE TRANSPORTE Y MENSAJERÍA DE AUDIFARMA S.A. (S.I.T.A)», Sci. tech, vol. 20, n.º 4, p. 350, dic. 2015, doi: 10.22517/23447214.9378.

[8]M. C. Vargas Livon, «Implementación de un sistema de gestión y entrega de envíos

para la planificación y control de despachos a los almacenes de DHL Express Perú», *Universidad Científica del Sur*, 2015, Accedido: ago. 22, 2021. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/355

[1]G. Herrera Vidal y J. C. Herrera Vega, «Modelo de referencia operacional aplicado a una empresa de servicios de mantenimiento: Methodology Based on SCOR Model Applied to a Maintenance Services Company.», *Utopia y Praxis Latinoamericana*, vol. 21, n.º 75, pp. 549-571, oct. 2016.

Importancia de la Integración de las Metodologías TPM y Lean Six Sigma en la Mejora Continua de los Procesos de las PYMES Procesadoras de Café

Johnny Alexander Sánchez Delgado
Carlos Mario Zapata,
Ingeniería Industrial,
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
jasanchezde@unadvirtual.edu.co
cmzapatasa@unadvirtual.edu.co

Martha Catalina Ospina Hernández
Ingeniería Industrial,
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
martha.ospina@unad.edu.co

Resumen - Actualmente existen industrias que implementan metodologías de mejoramiento continuo en la que se destacan TPM, Lean Manufacturing y Six Sigma, permitiendo identificar defectos calidad, tiempos muertos de producción, averías recurrentes, criticidad de equipos y accidentes de trabajo, logrando así tener un mayor control de operaciones y mejoramiento de condiciones ambientales y procesos productivos. En análisis a lo mencionado no se ha encontrado la integración de las metodologías TPM y Lean Six Sigma importantes en el mejoramiento continuo de los procesos. En efecto se presenta una propuesta de monografía que tiene como objetivo documentar la importancia y las ventajas que traería para las pequeñas y medianas empresas de manufactura del café colombianas la integración de Lean Six Sigma y TPM en su proceso de mejoramiento continuo. En consecuencia, se planea conceptualizar individualmente cada metodología para determinar su origen y objetivos, así mismo establecer la importancia de estas dos metodologías para la industria alimentaria que permita dar solución a la problemática planteada.

Palabras clave— Despilfarro, Lean Manufacturing, Six Sigma, TPM.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la revisión profunda de los orígenes históricos, funcionamientos, estructuras, integraciones y casos de éxito de las metodologías, se tomaron como referencia artículos científicos, libros y revista de los últimos 5 años comprendidos entre 2017 y 2021. Las bases de datos que se usaron fueron: SciELO, Science Direct, Scopus, IEEE, Dialnet, y Science Research,Google Scholar. Éstas son bases de datos especializadas en Ingeniería por lo que permite una aproximación más exacta a lo que se pretende con el desarrollo de esta investigación encaminada a la búsqueda de la comprensión de las metodologías más utilizadas en la industria manufacturera y de servicios y la posible integración entre Lean Six Sigma y TPM.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de haber realizado la consulta bibliográfica con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados se puede deducir que las metodologías de mejoramiento continuo son sin lugar a duda enfoques estratégicos de suma importancia para la optimización de la

producción, de las ventas, servicios y en general de toda la cadena de suministro.

Si se analiza cada metodología se encuentra que el Lean Manufacturing con origen japonés, contribuye de gran manera en la mejora de los procesos a partir de la eliminación del despilfarro y las actividades que no generan valor y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Para ello consta de varias herramientas dentro de las cuales se encuentran: Kanban, SMED, Jidoka, TPM, entre otras; las cuales son aplicadas de manera secuencial y basada en la necesidad de cada proceso. Como se observa anteriormente TPM ha hecho parte del Lean, pero actualmente el Mantenimiento Productivo Total funciona de manera individual como un sistema de gestión estratégica desarrollada y publicada por el JIPM (Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas), el cual desarrolló el concepto de manera aplicada a la industria de ensamble y de proceso. TPM es la metodología más popular en Colombia y se implementa de manera individual, basada en ocho pilares fundamentales: seguridad y medio ambiente, mantenimiento autónomo, gestión de la calidad, control inicial, TPM en oficinas, mantenimiento planeado, educación y entrenamiento y mejoras enfocadas; todos funcionando como un sistema engranado donde se incluye a todo el personal que interactúa de manera directa o indirecta con el proceso de fabricación o de prestación de un servicio.

Por otro lado, se tiene el Six Sigma, metodología encaminada a la reducción de la variabilidad y a aumentar la capacidad del proceso enfocado a la satisfacción del cliente a través de la entrega de productos y servicios con cero defectos. Actualmente se tiene la sinergia del Lean Manufacturing con el Six Sigma denominándose como Lean Six Sigma, un enfoque bastante robusto en el cual existe un gran complemento entre ambas, haciendo que se actúe con un nivel de análisis extraordinario a través de la aplicación de herramientas de acuerdo a la necesidad y a las condiciones presentadas, como también la facilidad para determinar las ideas de mejora que se ajustan a lo requerido. Por otro lado, se brinda la manera de controlar cada mejora para hacer que el proceso sea continuo y cíclico.

Con lo anterior surge el interrogante: ¿Qué pasaría si se integrará el Lean Six Sigma con el TPM y se aplicara de manera simultánea? Realmente no hay suficiente evidencia, de acuerdo al análisis bibliográfico aplicado donde se respalde el éxito o el fracaso de esta iniciativa y los resultados obtenidos, pero sin lugar a duda, la proyección de éxito de esta sinergia, sería extraordinaria y porque no, serviría de gran ayuda para las Pequeñas y Medianas Empresas del país.

III. CONCLUSIONES

Las PYMES en Colombia que se dedican a la agregación de valor al café deben ser analizadas profundamente. Cabe recordar que este tipo de industria no solo involucra la transformación de la materia prima como tal, sino que representa una generación de valor para el gremio cafetero. Al gremio pertenecen personas de todos los estratos sociales y por ende una disminución de las ventas del producto al exterior o dificultades de respuesta para los clientes, podrá representar una grave crisis para los pequeños caficultores, recolectores y demás personas que se benefician de manera directa o indirecta.

Si se aplica Lean Six Sigma de manera individual los resultados obviamente serán bastante sobresalientes. Si se implementa TPM como un sistema de gestión y un cambio de cultura organizacional, las mejoras no se harán esperar. Pero ¿Por qué no pensar en integrarlas?, quizás ¿Pueda ser un fracaso o una locura pensar en tratar de combinarlas?, pero ¿Hay una evidencia suficiente para decir que no va a funcionar? Para responder estos interrogantes, fue que se realizó la consulta bibliográfica y fue el fin último de esta monografía.

No hay evidencia de implementación conjunta de las dos metodologías, por lo cual se abre la puerta para la industria colombiana, las pequeñas y medianas empresas que quieren mantenerse, mejorar, incrementar sus ventas, disminuir sus desperdicios, aumentar la capacidad de su proceso, generar mayor empleo, tener un personal calificado y capacitado para enfrentar retos. Se deja la inquietud sobre qué pasaría si se tomará esta iniciativa.

"Si quieres resultados distintos no debes hacer siempre lo mismo" es una frase de Albert Einstein aplicable para un entorno individual y colectivo. Se preguntarán, a que viene esta frase para este contexto, la respuesta es el cambio. El kaizen, filosofía japonesa que significa "cambio bueno" tiene un trasfondo y es el pilar fundamental de todas las metodologías que se han analizado. Cuando no existe transformación, no hay avance. Eso quiere decir que las pequeñas y medianas empresas del sector cafetero del país no deben quedarse estáticos a espera que mejoren las condiciones externas, pues esto es dinámico. Por el contrario, se invita a este sector a analizar sus procesos y ser conscientes que siempre hay muchas cosas por mejorar, que lo bueno puede ser excelente y lo excelente extraordinario.

Sin lugar a duda una de las maneras para que Colombia salga del subdesarrollo es la transformación industrial. Para que exista una transformación debe existir predisposición, cambio cultural, aprendizaje y fascinación por la mejora continua y permanente, tema en el cual las metodologías estudiadas ofrecen grandes proyecciones.

Más allá de esto, porque esperar que otros países sean los que prueben la integración del Lean Six Sigma y el TPM y porque no que sea la pequeña y mediana empresa colombiana perteneciente al sector cafetero, sea la precursora y la que primero se beneficiará de esta sinergia. Debe pensarse en lo que esto traería. Si esto se logrará la admiración internacional, se convertiría en interés por conocer la industria del país y generaría inversión en la economía nacional, lo cual en función del tiempo traería desarrollo y el producto insignia colombiano, el café, se repotenciaría aún más logrando escalar, convirtiendo a Colombia en un país innovador, capaz y dominante.

Como empleados de una empresa manufacturera del café se ha tenido posibilidad de conocer y aplicar la metodología TPM y avanzar en sus diferentes pasos de implementación. Los resultados de esta metodología han sido enormes gracias a las mejoras que se han realizado en los diferentes procesos, aumento de la eficiencia de los equipos; garantizando la confiabilidad y disponibilidad. Sin lugar a duda integrar TPM con Lean Six Sigma sería una estrategia ambiciosa y prometedora por la gran compatibilidad entre ambas, por ejemplo, para la disminución de desperdicio, aumento de la capacidad del proceso, disminución de defectos y reprocesos y por ende contribución a la satisfacción del cliente.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento de los autores, a la ingeniera Martha Catalina Ospina Hernández por su apoyo durante la consolidación de la monografía; su acompañamiento fue fundamental para el éxito del proceso.

REFERENCIAS

[1] Abril Flores, L. (2020). Análisis Lean Six sigma en el proceso de inyección de suelas de calzado
en la empresa Plasticaucho Industrial S.A. [Trabajo de grado, Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ingeniería En Sistemas, Electrónica E Industrial]

[2] Acosta Martínez, S.L.,Gónzalez Avendaño, L.(2017). Propuesta de mantenimiento

productivo total (TPM), en el proceso de sacrificio de equinos en la empresa finca los cristales Ltda ubicada en Mosquera. https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/202/AcostaMartinez-SandraLiliana-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[3] Asociación Colombiana De Las Micro, Pequeñas Y Medianas Empresas (2020). Encuesta de desempeño empresarial primer semestre de 2020. Departamento de estudios económicos. https://acopi.org.co/wp-content/uploads/2020/04/ENCUESTA-DE-DESEMPE%C3%91O-EMPRESARIAL-PRIMER-TRIMESTRE-2020.pdf

[4] Barrantes Callata,N.Y.(2019). Gestión de calidad con el uso de la metodología DMAIC en las MYPE del sector comercio rubro librerías del Jr. Huancané Juliaca 2019.[Tésis de grado, Universidad Católica de los Andes Chimbote]. http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/13932/GESTION_CALIDAD_METODOLOGIA_DMAIC_MYPE_BARRANTES_CALLATA_NORMA_YESSELA.pdf?sequence=4&isAllowed=y

[5] Buzón, J.(2019). Lean Manufacturing. E.Learning, S.L.

[6] Café liofilizado (26 de mayo de 2015). Proceso de liofilización del café. http://cafeliofilizadoalimentacionysalud.blogspot.com/2015/05/proceso-de-liofilizacion-del-cafe.html

[7] Carrillo Landázabal, M.S.,Alvis Ruiz,C.G.,Mendoza Álvarez y Y.Y.,Cohen Padilla,H.E (2018). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. SIGNOS – Investigación en sistemas de gestión, 11(1), 71-86. DOI: https://doi.org/10.15332/ s2145-1389-4934

[8] Castellano Lendínez, L.(2019). Kanban. Metodología para aumentar la eficiencia de los procesos.3C tecnología. Glosas de innovación aplicadas a las Pyme. 8(1). Pp.30-41. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6866058

[9] Castillo Flores, A.L., Fernández García, L.G y Ángeles Reséndiz, L.A (marzo de 2018). Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas industriales del sur de Tamaulipas. https://docplayer.es/175037343-Title-impacto-del-tpm-en-el-desempeno-operativo-de-las-empresas-industriales-del-sur-de-tamaulipas.html

[10] Codenzo López, G.(2019). Implementación de la metodología TPM para mejorar la productividad del proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de maquinaria esadade construcción con la empresa COSAPI S.A. lima 2019. [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Privada del Norte]

[11] Colombia productiva (11 de octubre de 2019). Cinco desafíos de calidad de las pymes para avanzar en competitividad y llegar a más mercados. https://www.colombiaproductiva.com/ptp-comunica/noticias/cinco-desafios-de-calidad-de-las-pymes-para-avanza

[12] Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2021). Boletín Técnico Exportaciones (EXPO) diciembre 2020. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/exportaciones/bol_exp_dic20.pdf

[13] Dubó Osorio, G.G.(2021). Propuesta para la implementación de mantenimiento productivo total en área de coating observatorio interamericano cerro Tololo. [Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento Industrial]

[14] Fernández Álvarez, E. Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM. [Trabajo fin de master. Universidad de Oviedo].

[15] Garrido Martínez, E (2017). Factores de competitividad de las PYMES Andaluzas. [Tesis de
grado, Universidad de Huelva].

[¨16] Gísbert Soler, V.,Pérez Molina, A.I.,Pérez Bernabéu, E.,Calabuig Valor,M.,Pons Vidal, B.,Campoy Brotons, F.A., Almería Domínguez, J.,San Antonio Ignoto, M.T.,Kou-Vah Laurent, A.M., Castellano Lendínez, L.,Rojas Lema, S.(2018). Cuadernos de investigación aplicada. Segunda edición. Editorial Área de innovación y desarrollo, S.L.

[17] Gómez Montoya,R.A y Barrera(2012). S. Seis sigmas: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/515/1/13.%20223-242.pdf

[18] González Padilla, A, P. Lean Six Sigma para mejorar la calidad en laboratorios de oil and gas. [Trabajo de especialización en alta gerencia, Universidad Militar Nueva Granada]

[19] Guardiola Aparisi, M. (2019). Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Factores críticos. 3C Tecnología. Glosas De Innovación Aplicadas a La Pyme, 53-59. Recuperado a partir de http://ojs.3ciencias.com/index.php/3c-tecnologia/article/view/920

[20] Gutiérrez Giraldo, V.(2018). Diseño e implementación de herramientas lean para controlarla cantidad de salida no conforme en la empresa UT Natural Food Services en la cuidad de Bogotá.

[21]Gutiérrez, H y De la Vara, S. (2009). Control estadístico de la calidad y seis sigma. Segunda edición. MCGRAW-HILL/interamericana editores, S.A.

[22] Imai, M.(2001). Kaizen la clave de la ventaja competitiva Japonesa. Editorial continental.

[23] Inga Samaniego, J.C.(2017). Mejora de la eficiencia global de los equipos en líneas de envasado usando metodología TPM en industria de productos lácteos. [Trabajo de grado, Universidad de Ingeniería y Tecnología].

[24]Jelvez González, I.L.(2020). Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación del tpm en empresa de transportes de pasajeros. [Trabajo de grado, Universidad Técnica Federico Santa María].

[25]Lemus Cuchimba, M.F (2017).Fortalecimiento Empresarial De Las Pymes Del Sector
Cafetero, Occidente Del Huila “Nuevos Retos De Competitividad y Globalización. Revista Nova Vol.3. http://revistas.sena.edu.co/index.php/rnova/article/view/1537/1705

[26] Liker, F. (2003). Las claves del éxito Toyota. Gestión 2000.

[27] Luna Sotelo, F., Lozano Herrera,C.A.(2019). Aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejoramiento continuo en procesos de una empresa de servicio. https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/1209/APLICACI%c3%92N%20DE%20LA%20METODOLOGIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[28] Manjón Castillo, G. (2018). Mantenimiento planificado y su aplicación en la mejora de resultados de la empresa Ice Cream Factory Comaker.[Trabajo fin de grado, Universidad Politécnica de Valencia]

[29] MinTrabajo.(2019).“MiPymes representan más de 90% del sector productivo nacional y generan el 80% del empleo en Colombia”: ministra Alicia Arango”. https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/comunicados/2019/septiembre/mipymes-representan-mas-de-90-del-sector-productivo-nacional-y-generan-el-80-del-empleo-en-colombia-ministra-alicia-arango

[30] Nates Enríquez, D., Ríos Mosquera, F.M. Importancia De La Innovación En Las Pymes de

Colombia [Trabajo de grado, Fundación Universitaria Católica- Lumen Gentium].

[31] Ocampo, J.R y Pavón, A.E.(23 de julio de 2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim. http://laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf

[32] Pérez Loaiza, N.y Estrada Muñoz, J.(2016). Diseño del Sistema Integrado de Gestión apoyado en la filosofía TPM (Mantenimiento Productivo Total) para una pyme. Revista Ingeniería Industrial UPB.Vol.4 No.4. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6586/Dise%c3%b1o%20del%20Sistema%20Integrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[33] Piñero, E.A., Vivas, F.A. y Flores de Valga, L.K (2018). Programa 5S´s para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. Ingeniería industrial actualidad y nuevas tendencias.Vol.1 No.20. https://www.redalyc.org/jatsRepo/2150/215057003009/215057003009.pdf

[34] Rajadell, M y Sánchez, J.L(2010). Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos.

[35] Rey, F. (2001). Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo. Fundación Confemetal.

[36] Rocha Mahecha, J.A (2017). Implementación Del Programa Tpm – HPS. Como Herramienta De Mejoramiento En Las Líneas De Envase Sachet De La Empresa Henkel Colombiana S.A.S – Planta Bogotá. [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].

[36] Rodríguez Cremades, D. (2017). El método de producción Just in Time [Trabajo de grado, Universitas Miguel Hernández].http://193.147.134.18/bitstream/11000/7227/1/TFG-RODR%C3%8DGUEZ%20CREMADES%2C%20DIEGO.pdf

[37] Rojas Jauregui,A. y Gisbert Soler, V. (2017). Lean Manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102320/lean%20productividad.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[38] Romero Hernández,S. (enero de 2012). Aplicación de la metodología 6 sigma en ayuntamientos y administraciones públicas. https://www.researchgate.net/publication/262262405_APLICACION_DE_LA_METODOLOGIA_6_SIGMA_EN_AYUNTAMIENTOS_Y_ADMINISTRACIONES_PUBLICAS

[39] Shigeo, S.(1990). Una revolución en la producción, el sistema SMED. Routledge.

[40] Socconnini, L.(2009). Lean manufacturing paso a paso. Marge Books.

[41] Socconini,L y Escobedo, E.(2021). Lean Six Sigma Black Belt, paso a paso.Marge Books.

[42] Suzuki, T.(1994). TPM para la industria de proceso. TGP-HOSHIN, S.L.

[43] Torrente López, A.E., Ramírez Rodríguez, D.O., Santana Lozano, J.S. y Murcia Hernández, E. Implementación De Las Herramientas Lean Manufacturing Y Six Sigma En La Empresa Cilindros UCC S.A. [Seminario de grado, Universidad Técnica Federico Santa María].
Valencia Maldonado, G., Alfonso Erazo, M. El reto de la planificación estratégica en las Pymes. [Investigación documental, Universidad Central del Ecuador]

[44] Vergara Castaño, A. (2019). Estructuración e implementación de *TPM* para equipos Videojet. [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]

Cogeneración con lactosuero: alternativa a la futura escasez nacional de gas natural

Julián Eduardo Zapata Castillo
Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Correo electrónicojezapatacas@unadvirtual.edu.co

Laura Daniela Neira Quintero
Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Correo electrónico Ldneiraq@unadvirtual.edu.co

Freddy Alexander Torres Payoma
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Correo electrónico: freddy.torres@unad.edu.co

Rafael Andrés Ramírez Alvarado
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Correo electrónico: rafaela.ramirez@unad.edu.co

Resumen - La actual situación nacional, ha permitido evidenciar dificultades en el suministro de combustibles nacionales por la gran demanda y acceso. Por ello, es necesario encontrar mecanismos y soluciones alternativas que faciliten la sostenibilidad energética del país, por este motivo, las energías renovables jugarán un papel fundamental en la sostenibilidad energética nacional. A partir de lo anterior, se busca aportar a través de la investigación en ciencias básicas la implementación de sistemas de cogeneración, especialmente en el generación y producción de biogás como fuente alternativa a partir de residuos provenientes del proceso de fabricación de quesos en el departamento de Cundinamarca municipio de Zipacón identificando mecanismos de generación y posibles acciones de mejoras que pueden aumentar la producción de biogás, incluidos sustratos que pueden reemplazar el uso de estiércoles para la cogeneración a través del lactosuero.

Palabras clave— Biogás, lactosuero, sostenibilidad energética

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, presentamos la descripción de los elementos, materiales, equipos y métodos fueron empleados durante el desarrollo del trabajo de investigación:

Materiales

Los materiales y equipos utilizados para el desarrollo del proyecto fueron:

- Tubos de ensayo, probetas, mecheros, pipetas, para la detección de adulteración o antibióticos.
- Estufa industrial de un puesto en acero inoxidable a gas.
- Recipientes de aluminio con capacidad para 160 litros.
- Marmita estática industrial MT-200 en acero inoxidable con capacidad de 200 litros, calibre 12 y motor trifásico 1 HP. (Fig.1).
- Tanque de 500 litros de acero inoxidable para la recolección del lactosuero resultante del proceso de transformación de la leche en queso, esta producción genera un aproximado teórico de 9 litros de lactosuero por cada kilo de queso producido. Este residuo es utilizado para alimento animal.

Equipos

- Lactómetro: empleado para determinar la composición porcentual de materia sólida de la leche (Fig.2)
- Alcoholímetro: empleado para determinar el grado de acidez en la leche.

- Termómetro: empleado para controlar la temperatura durante el proceso de producción.
- Indicadores pH: adecuados para determinar acidez o alcalinidad.

Reactivos

- Cloruro de Sodio NaCl: Usado en diferentes partes del proceso de transformación de la leche en queso, (desuerado), y también para detección de cloruros en la leche.
- Nitrato de plata $AgNO_3$, combinado con el cloruro de sodio sirve para detectar concentraciones de cloruros en la leche.
- Amoxicilina $C_{16}H_{19}N_3O_5S$: Para detectar la existencia de antibióticos en la leche.

Variable de medición

- Gas natural CH_4 emanado del proceso de descomposición anaerobio del lactosuero.
- Sulfuro de hidrógeno H_2S, emanado del proceso de descomposición anaerobio del lactosuero.
- dióxido de carbono CO_2, emanado del proceso de descomposición anaerobio del lactosuero. y de la combustión de la biomasa.

Implementando estos materiales y con el objetivo de optimizar los recursos y materiales usados para la obtención del queso, se propuso la búsqueda de soluciones innovadoras que involucran conceptos como la economía circular, energías alternativas y reutilización de materias primas, que, trabajando juntas, permitan reducir el impacto ambiental dentro de la comunidad del municipio de Zipacón.

Metodología

Para la producción de biogás es necesario usar materia orgánica, para este caso el lactosuero mezclado con estiércol de ganado (bovino), y residuos de panadería; como uno de los componentes más importantes, este sumado a unas condiciones específicas de temperatura y a través de un proceso anaerobio el cual corresponde a una tecnología para la transformación de residuos en energía, fertilizantes u otros muchos subproductos útiles en la industria (Ramos-Suarez et al., 2019).

La digestión anaerobia se considera una técnica útil para el aprovechamiento del material residual orgánica ya que este posee gran cantidad de gas metano el cual es el resultado de la destrucción de sólidos volátiles, proceso de vital importancia a para la generación de biogás, (Hegde & Trabold, 2019), esta innovación tecnológica permite generar el combustible suficiente para alimentar el proceso de producción de los derivados lácteos, reduciendo el consumo de servicios públicos como el gas, dentro de la operación de la empresa objeto de estudio en el municipio de Zipacón.

La producción de biogás a partir del lactosuero se presenta como estrategia para el cuidado ambiental, contrarrestando los efectos negativos propios del desarrollo industrial en la zona, según Ruiz (2019) el 70% del territorio agrícola es explotado por 6.000 millones de personas, causando un desequilibrio en los ecosistemas. El sector agropecuario y la industria láctea influyen en este panorama, debido a la generación de residuos que alteran las características microbiológicas y fisicoquímicas de las fuentes hídricas.

En Colombia, de acuerdo con cifras del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, Colombia en el 2008 solo trataba el 9% de las aguas residuales debido a que más del 50% de las plantas construidas no funcionaban adecuadamente (Lara - Borrero & Patiño, 2012).

Para el desarrollo de este proyecto, inicialmente se realizaron visitas de campo para la caracterización de la empresa y el área de influencia.
Una vez recopilando los datos necesarios, empleando una herramienta tipo encuesta desarrollada por el equipo de trabajo, se identificaron las posibles alternativas, esta información sumada a una revisión documental sobre las posibles propuestas para evaluar los datos obtenidos permitió obtener la

caracterización inicial del sistema productivo, de forma adicional se analizó la información disponible y recopilada, con el fin de plantear propuestas de solución adecuadas a las condiciones agroclimáticas y geográfica de la región.

Como productos de la investigación se obtuvo un mapa de proceso (Fig.3, 4) conforme a la actualidad, sumado a una propuesta de mejoramiento del sistema de acuerdo con las alternativas identificadas en el estudio.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la caracterización del sistema productivo actual, se pudo identificar que en la empresa modelo, presenta una tipología de producción en masa, en donde procesan 4 cantinas equivalentes a 160 litros por lote procesado, dada su capacidad actual instalada. Según (Banton, 2020), la producción en masa es la fabricación de grandes cantidades de productos estandarizados, a menudo utilizando líneas de ensamblaje o tecnología de automatización.

Esta situación es contrastante con el proceso convencional de la región, el cual se caracteriza por ser de tipo semi artesanal, involucrando aforos de 500 litros de leche al día en promedio, este valor representa un pequeño porcentaje de la producción nacional de acuerdo a lo reportado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, según sus siglas en inglés), quienes mencionan que, para el año 2019, la producción colombiana de leche de vaca fue de 21'847.085 de toneladas.

Los resultados obtenidos permitieron establecer medidas de ingeniería para poder emplear la mayor parte de los productos derivados lácteos dentro de los procesos de transformación de la cadena de producción, como estrategia para la optimización de tiempo y recursos en la operación de la empresa.

Para ello se realizó el proceso de evaluación de proveedores, determinando las acciones de ingeniería para la obtención de biogás y su instalación dentro de la planta de producción de ZipaFruit, labor consistente en obras civiles preliminares y el montaje de un biodigestor. De la misma manera se analizaron diferentes alternativas para obtener energía eléctrica mediante cogeneración (Ver Figura 4)

El proceso de caracterización y revisión permitió la construcción de una parametrización del proceso de producción de quesos y derivados lácteos en Zipafruit empresa líder en el procesamiento lácteo del municipio de Zipacón - Cundinamarca como se cómo se presenta en la figura 3 y 6.

La implementación de este tipo de tecnologías permite contribuir al crecimiento del producto interno bruto (PIB) agropecuario producto de la cadena productiva láctea, el cual hasta 2017 según (Pinto, 2017) el sector lechero en Colombia representaba el 2.3% del producto interno bruto (PIB) nacional y dentro del (PIB) agropecuario era equivalente al 24.3%, siendo Cundinamarca el tercer productor a nivel nacional, detrás de Antioquia y Boyacá.

Consideramos que las medidas tecnológicas adoptadas, fueron exitosas y pueden servir como modelo dentro de la economía del país, permitiendo mitigar la afectación de los sistemas, ocasionadas en su gran mayoría por los crecientes procesos de apertura económica, TLCs e importaciones de leche y sus derivados. Además, estas estrategias aportan favorablemente en la mitigación de las problemáticas actuales originadas por la pandemia COVID 19 y situaciones de orden público Nacional, que agudizan la necesidad de implementar estrategias de producción sostenibles y sustentables en el agro colombiano y propiamente en Zipacón Cundinamarca

En cuanto a los aspectos de sostenibilidad y sustentabilidad, es importante mencionar que Según GosAlvitr, Cuellar-Franca, Smith, & Azapagic (2019) la producción de leche en comparación a otras actividades agropecuarias puede generar una huella de carbono de 12,04 kg CO2 eq. /kg, siendo en la actualidad una de las actividades mayormente responsables de la generación de gases de efecto invernadero (GEI).

De esta forma es posible abordar soluciones para mitigar el deterioro ambiental, por medio del uso del lactosuero y la potencial generación de biogás este suero de leche por medio de una digestión anaeróbica produce gas metano y esté a su vez puede ser empleado como energía térmica (Widyarani, Sriwuryandari, Priantoro, & Sintawardani, 2020).

Como aspectos importantes a tener en cuenta durante la implementación de lactosuero en el proceso de biodigestión, se debe mencionar que la composición nutricional del lactosuero puede varía considerablemente y suele estar correlacionada con las características de la leche utilizada para la elaboración del queso, el tipo de queso producido y de la tecnología empleada. Teniendo en cuenta estas diferencias se puede establecer la siguiente clasificación de los lactosueros: Suero dulce (se produce a partir de acción enzimática, contiene más lactosa) y Suero ácido (se obtiene por acción ácida, con mayor concentración de proteínas) (Poveda, 2013).

De esta forma el potencial de Colombia para el proceso de generación de biogás y energía eléctrica a partir de lactosuero es promisorio en la medida que, en el país en la actualidad se cuenta con una producción de más de dos millones de toneladas diarias de lactosuero (en el 2016 se calculó en 827 596 t, de las cuales solo una pequeña cantidad es procesada para obtener lactosueros dulces en polvo) (Gómez-Soto & Sánchez Toro, 2019).

Según la (CREG 2018) el concepto de autogeneración puede ser definido como aquella actividad realizada por personas naturales o jurídicas que producen energía eléctrica principalmente, para atender sus propias necesidades.

Esta energía es aprovechable en la misma producción del queso, todo esto por medio de fuentes generadoras de calor, disponible en un sistema termodinámico en equilibrio (Wang, 2019) , este proceso de generación de energía parte de la utilización de combustibles fósiles como el biogás que mediante un proceso termodinámico del agua en una caldera se transforma en vapor a alta presión que mediante interacción mecánica sobre las turbinas generan energía eléctrica (Jagatheesan, 2018; Taler, 2019).

A. GRÁFICOS Y TABLAS



Figura 1 Marmita MT 200 Usada para el proceso de transformación de la leche en sus derivados. Fuente: Autores.



Figura 2 instrumentos de medición para variables, como Alcoholímetro (acidez), termómetro (temperatura), Lactómetro (densidad) Fuente: Autores.

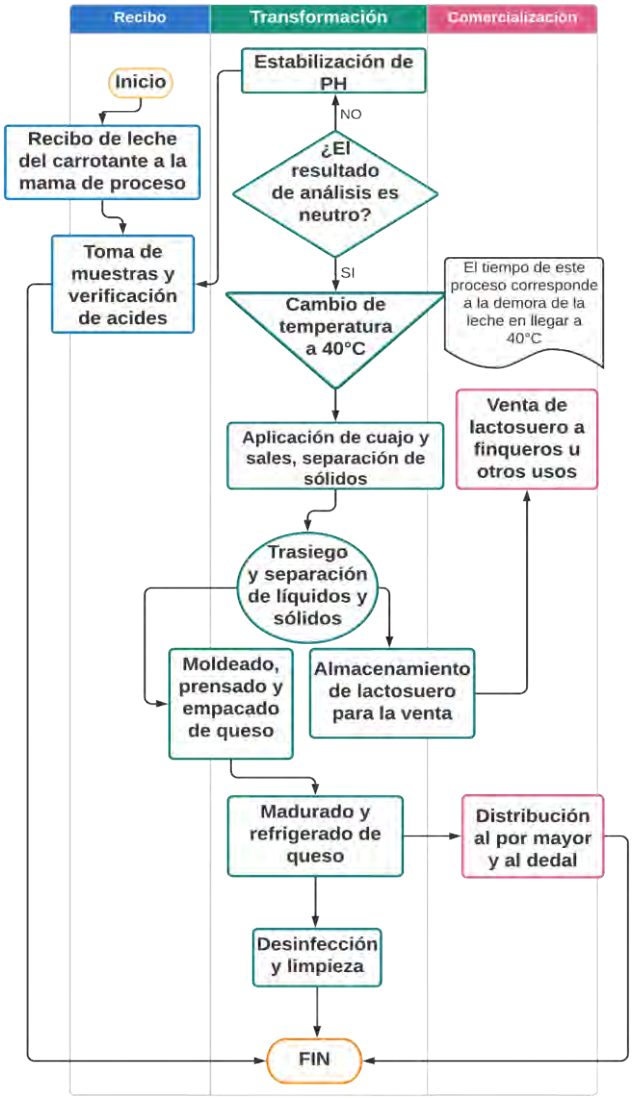


Figura 3 Flujograma de proceso existente hasta antes de la investigación. Fuente: Autores

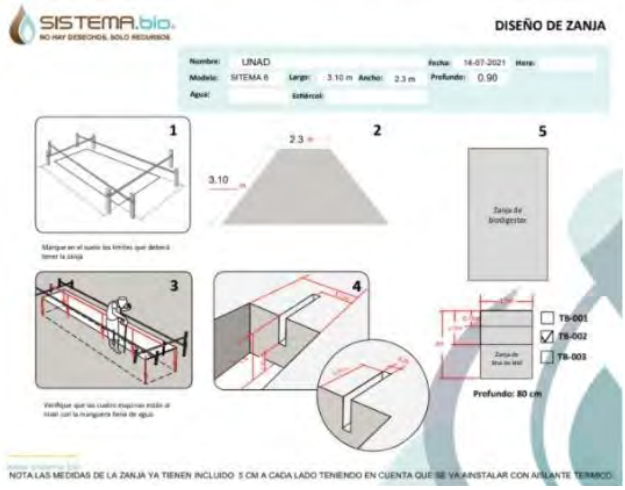


Figura 4 Proceso instalación de biodigestor elegido en el proyecto Fuente: proveedor Sistema Bio.

	DIA				
	Instalacion	45 + 74 (produccion de gas)	75 a 104	105 a 134	135 a 164
Estiercol Bovino (Kg)	500	50	50	50	50
Lactosuero (L)	1000	50	75	100	125
Agua (L)	5000	100	75	50	25

Figura 5 cálculos de diseño que alimentan el biodigestor elegido en el proyecto. Fuente: Proveedor Sistema Bio.

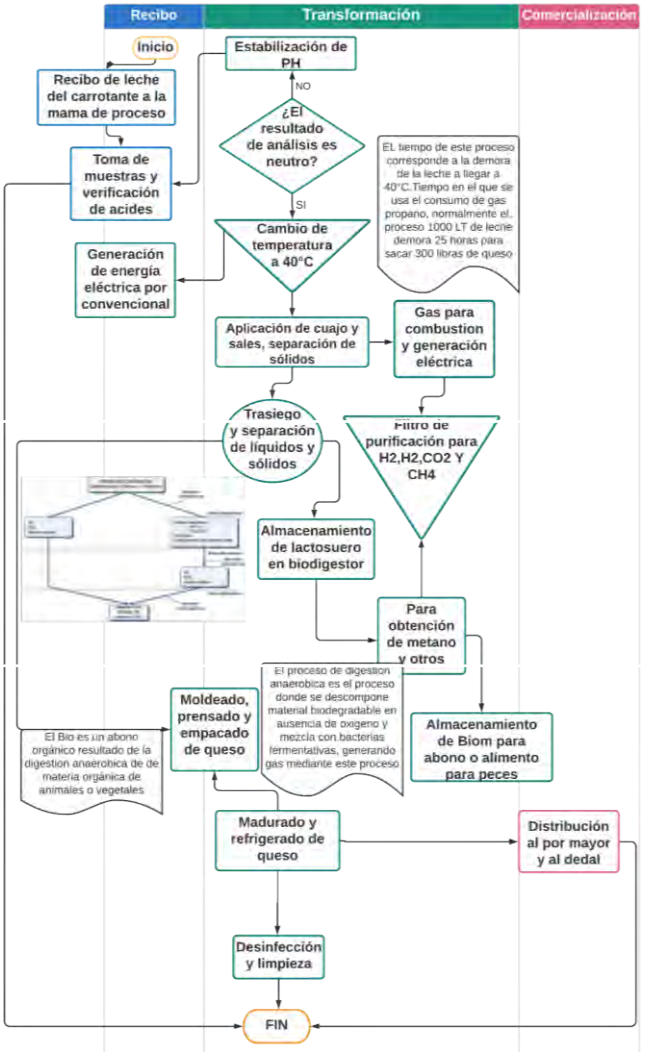


Figura 6 Flujograma de proceso a partir de la implementación del biodigestor. Fuente: Autores

III. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo anterior se establece un claro interés en explorar la utilización del lactosuero en diferentes etapas de la producción del queso, por ende al aprovechar el residuo orgánico en la industria, en lugar de desecharlo, puede representar una ventaja en la calidad y cuidado del medio ambiente, siendo el biogás una alternativa sostenible para la obtención de energía (calor y energía Eléctrica), la cual puede utilizarse en pro al crecimiento de la industria láctea nacional, convirtiéndose así en una oportunidad de innovación para los pequeños transformadores en Colombia, el desarrollo de este tipo de proyectos impulsará nuevas alternativas al uso y aprovechamiento del lactosuero.

La incorporación de conceptos y estrategias de ingeniería pueden ser un valor agregado a la industria láctea en Colombia al utilizar una parte importante de sus materias primas a costos inferiores, dando la oportunidad de ofrecer productos de excelente calidad a mejores precios, beneficiando a los pequeños productores, y la cadena láctea de Zipacón Cundinamarca.

AGRADECIMIENTO

El equipo de trabajo agradece la financiación de este trabajo a la Universidad Nacional Abierta y Distancia UNAD mediante la convocatoria 009 proyecto PS3620202, la participación activa del Semillero de investigación MathPhysics, y al señor Guillermo Zapata por el aporte que ha hecho en los últimos años a la conservación y participación de los pequeños productores de la cadena láctea en el municipio de Zipacón finalmente por esta oportunidad de aportar a la investigación de la agroindustria colombiana.

REFERENCIAS

Banton, C. (10 de 02 de 2020). *Investopedia*. adaptado de https://www.investopedia.com/terms/m/mass-production.as

CREG)., C. d. (26 de febrero de 2018). Resolución 30 de 2018. Por la cual se regulan las Actividades de la Autogeneración a Pequeña Escala y de Generación Distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. Bogotá

Hegde, S., & Trabold, T. A. (2019). Anaerobic digestion of food waste with unconventional co-substrates for stable biogas production at high organic loading rates. Sustainability (Switzerland), 11(14) doi:10.3390/su11143875

Jagatheesan, K., Anand, B., Baskaran, K., Dey, N., Ashour, A. S., & Balas, V. E. (2018). Effect of nonlinearity and boiler dynamics in automatic generation control of multi-area thermal power system with proportionalintegral-derivative and ant colony optimization technique. In Recent advances in nonlinear dynamics and synchronization (pp. 89-110). Springer, Cham.

Lara, J., Patiño, J. (2012. Costos de inversión, operación y mantenimiento (O & M) de tratamientos naturales de aguas residuales para pequeñas comunidades en Colombia. oi:10.13140/RG.2.1.3439.6642

OCDE & FAO. (2017). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026. Paris. Retrieved from http://www.fao.org/home/search/en/?q=resumen de productos básicos.

Pinto, A. (22 de 09 de 2017). Sector lechero en Colombia: potencial desperdiciado. *Agronegocios e industria de alimentos.* (f. d. Universidad de los Andes, Ed.) Bogotá, Cundinamarca, Colombia. adaptado de https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/

Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de nutrición, 40*(4), 3-5.

Ramos-Suárez, J., Vargas-Avendaño, C., Mata-González, J., & CamachoPérez, Á. (2019). Evaluation of poultry manure and goat cheese whey anaerobic co-digestion. Spanish Journal of Agricultural Research, 17(2), e0302.

doi:http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2019172-14577

Wang, Z. (2019). Design of solar thermal power plants. Academic Press.

Widyarani, Sriwuryandari, L., Priantoro, E. A., & Sintawardani, N. (2020). Shock-adaptation in a three-stage anaerobic reactor treating tofu whey wastewater. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 483(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/483/1/01203

Acoplamiento de intercambio en imanes permanentes de τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$/FeCoX con x=Ti, Zr y Ce

Hugo Martínez Sánchez
Juan Sebastián Trujillo Hernández
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería
Grupo-Giepronal, Semillero-Fibonacci
UNAD, Colombia.
hugo.martinezs@unad.edu.co
juan.trujillo@unad.edu.co

Ligia Edith Zamora Alfonso
Germán Antonio Pérez Alcázar
Universidad del Valle, Colombia
Daniel Salazar Jaramillo
BCMaterials- Universidad del País Vasco.

Resumen -Polvos de la fase magnética dura τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ se mezclaron y sinterizaron con polvos de las tres fases magnéticas blandas $Fe_{65}Co_{35}X$, con 10 at. % de X=Ti, Zr y Ce. Muestras en la relación de mezclas 98/2 wt.% entre la fase magnética dura y las fases magnéticas blandas se obtuvieron por reacción de estado sólido a 500 °C por 30 min. Estas muestras presentaron la fase magnética blanda α–FeCo y las fases τ y β del sistema MnAl. De las tres mezclas obtenidas y sinterizadas, la mezcla τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$/$Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ presento las mejores propiedades magnéticas con magnetización $M_{1.8T}$ = 58.1 Am^2kg^{-1} (a 1.8 T), magnetización remanente M_r = 20.1 Am^2kg^{-1}, campo coercitivo $\mu_0 H_c$ = 0.361 T y producto de energía máxima $(BH)_{max}$ ~ 6 kJm^{-3}; propiedades mejores que las obtenidas para la fase τ pura que presento una $M_{1.8T}$ = 38.2 Am^2kg^{-1}, M_r= 29.0 Am^2kg^{-1}, $(BH)_{max}$ = 3.1 kJm^{-3}, excepto para $\mu_0 H_c$= 0.378 T. Las mejores propiedades magnéticas para la mezcla con $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ se justifican por una curva de desmagnetización suave y la presencia de interacción de intercambio ferromagnético de acuerdo con el análisis Thamm-Hesse. Por lo cual, el modelo de acoplamiento de intercambio ferromagnético se espera promisorio en el mejoramiento del sistema $Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ para posibles aplicaciones como imán permanente.

Palabras clave— Propiedades magnéticas, fases magnética duras y blandas, nanocompuesto de imanes permanentes.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Las aleaciones de τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$ se obtuvieron por horno de arco a partir de elementos de alta pureza. La muestra τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ se trató térmicamente a 1100 °C por 48 h para estabilizar la fase ε–MnAl, y luego a 550 °C por 30 min para estabilizar la fase τ–MnAl. Luego, se molió en un mortero de ágata para reducir el tamaño de partícula. Las aleaciones magnéticas blandas de $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$ se obtuvieron a partir de elementos en bloque, fundidos cuatro veces para efectos de homogenización. Luego, se trataron térmicamente a 800 °C durante 72 h [1] y después se templaron en agua a temperatura ambiente, para obtener una mejor homogenización y establecer la fase α(A2) desordenada del sistema FeCo. Después, se molieron mecánicamente asistidas con isopropanol durante 20 h a 1500 rpm, usando un molino de bolas de altas energías marca Retsch Emax con jarras y esferas de carburo de tungsteno. Las mezclas en la relación 98/2 wt.%

entre la fase magnética dura y las fases magnéticas blandas se obtuvieron por reacción de estado sólido a 500 °C por 30 min. Estas muestras se caracterizaron por difracción de rayos–X (XRD) usando un difractómetro de Panalytical X´Pert con radiación Cu-Kα para la muestra magnética dura y las mezclas, y con radiación de Co-Kα para las muestras magnéticas blandas. El refinamiento se llevó acabo usando el método Rietveld con el software GSAS [2]. La caracterización magnética se realizó usando un magnetómetro de muestra vibrante EZ7-VSM de MicroSense. Para analizar la morfología de las partículas se usó microscopía electrónica de barrido (SEM) y para el análisis de composición por espectroscopía de energía dispersiva (EDS).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la imagen SEM de la aleación τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ después de la molienda. Se observan partículas con forma irregular y distribuciones de tamaño promedio que oscilan entre 1 y 20 µm de acuerdo con su escala de medida.

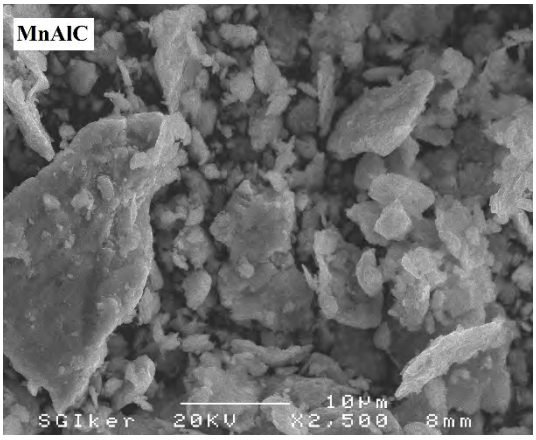


Figura 1. Imagen SEM de la muestra τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ molida por 20 h.

La Figura 2 (a) muestra el patrón de difracción de rayos–X y la Figura 2 (b) muestra el ciclo de histéresis de la aleación τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$. El refinamiento Rietveld del difractograma de rayos–X se realizó con la secuencia de picos de Bragg de las fases cristalográficas τ y β. Para la fase tetragonal τ se obtuvo parámetros de red a = 3.910 nm y c = 3.604 nm, y una fracción en peso de 83 wt.%. La fase cúbica β con un parámetro de red a = 5.808 nm, se encontró con una pequeña fracción en peso de 17 wt.%, cantidad que puede ayudar a la fuerza coercitiva del imán debido a que actúa como sitios de fijación de las paredes de dominio magnético [3]. Por otro lado, se encontró un tamaño de cristalito medio relativo de 11 nm, para las fases τ y β, lo que indica que las partículas que se muestran en la imagen de la Figura 1 son policristalinas.

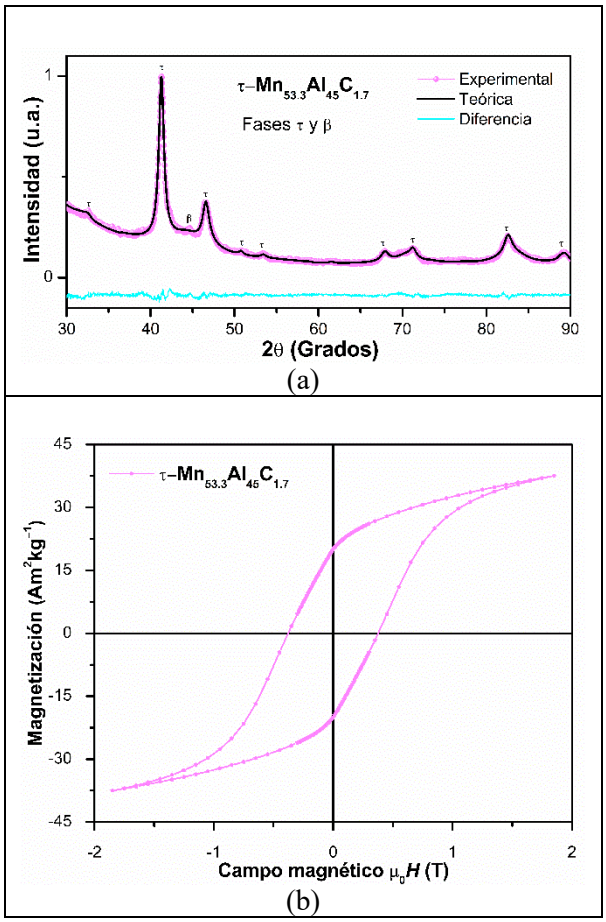


Figura 2. Patrón de XRD (a) y ciclo de histéresis (b), de la aleación τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ después de la molienda.

Del análisis del ciclo de histéresis de la Figura 2 (b) se obtuvieron las propiedades magnéticas $M_{1.8T}$ = 38.2 Am^2kg^{-1}, M_r = 20.1 Am^2kg^{-1}, $\mu_0 H_c$ = 0.378 T y $(BH)_{max}$ = 3.1 kJm^{-3}, parámetros

que muestran un comportamiento magnético duro del sistema.

De acuerdo con las buenas propiedades magnéticas blandas del sistema α–$Fe_{65}Co_{35}$, para el cual se ha reportado un valor de $M_s = 240\ Am^2kg^{-1}$ [4], se sustituyó un 10 at.% de los átomos de Fe y Co proporcionalmente, por átomos de Ti, Zr y Ce, resultando en los compuestos $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$. Nuestro interés en sustituir los elementos de la matriz α–$Fe_{65}Co_{35}$ por átomos de Ti, Zr y Ce se debe a que estos elementos tienen módulos de Young más pequeños que los de Fe y Co [5], lo cual induce fragilidad en el sistema cuando se realiza molienda mecánica, en el esfuerzo de optimizar los tamaños de partícula.

La Figura 3 muestra las imágenes SEM de los compuestos magnéticos blandos después de ser molidos por 20 h a 1500 rpm. En estas imágenes se observa que las partículas tiene forma laminar con un tamaño micrométrico menor que 20 µm en las caras y un espesor del orden submicrométrico. Lo que podría resultar en fases de interés para realizar acoples de intercambio ferromagnéticos.

En la Figura 4 se muestra los difractogramas de XRD de los compuestos magnéticos blandos después de la molienda, y en la Tabla 1 se reportan las propiedades estructurales de las diferentes fases obtenidas después del refinamiento Rietveld. En todos los patrones de XRD los picos principales de difracción corresponden a la fase cristalográfica cúbica centrada en el cuerpo y desordenada α(A2) del sistema FeCo. Como se muestra en la Figura 4 los compuestos que contienen Zr y Ce presentan picos adicionales que corresponden a las fases FeCoZr y $Ce_2(Fe,Co)_{17}$ cúbica y romboédrica, respectivamente. La aparición de estas fases secundarias puede ser asociado a los radios atómicos del Zr y el Ce que son 206 y 185 pm [5], respectivamente, los cuales son mayores que los radios atómicos de 156 y 152 pm para los átomos de Fe y Co, respectivamente, dando lugar a una disminución de la solubilidad de estos átomos en la matriz BCC del FeCo. No obstante, el radio atómico del Ti de 176 pm, más cercano a los del Fe y el Co, muestran una solubilidad total.

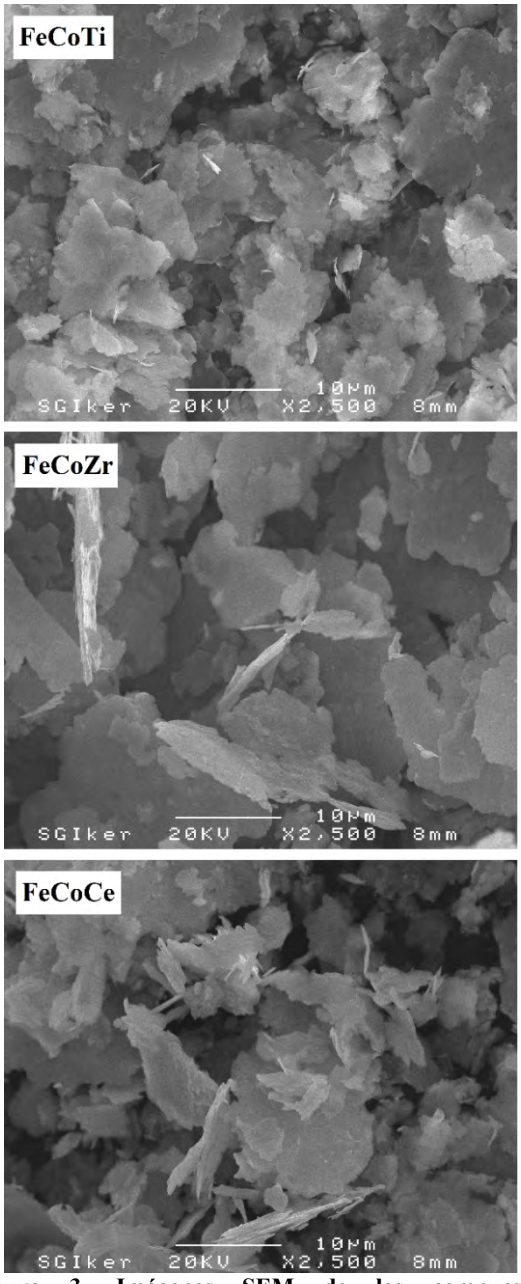


Figura 3. Imágenes SEM de los compuestos $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$, molidos por 20 h.

Por otro lado, de acuerdo con la Tabla 1 los tamaños de los cristalitos perpendiculares son mayores que los paralelos, lo que indica que los cristalitos son oblatos, lo cual se corresponde con la forma laminar de las partículas de la Figura. 3.

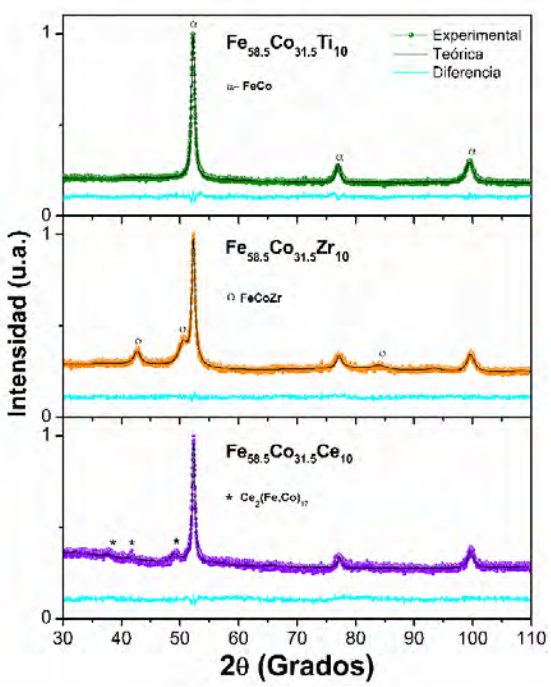


Figura 4. Difractogramas de XRD de los compuestos $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$, molidos por 20 h.

La Figura 5 muestra los ciclos de histéresis magnéticos obtenidos para los compuestos $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$ después de la molienda. En la Tabla 2 se reporta las propiedades magnéticas $M_{1.8T}$, M_r y $\mu_0 H_c$. De acuerdo con la Figura 5 el compuesto que contiene Ti, presenta la mayor magnetización $M_{1.8T}$ = 166.7 Am^2kg^{-1}. Lo cual puede estar relacionado con la única presencia de la fase magnética blanda α–FeCo. También se observa en la Tabla 2 altos valores de M_r lo cual implica un aumento en la permeabilidad magnética de los compuestos, lo que puede ser asociado a la disminución del tamaño medio de partícula de los polvos; que también promueve valores considerables en la fuerza coercitiva. Altos valores de M_r se recomiendan en fases blandas para acoples de intercambio.

Tabla. 1 Fases cristalográficas, parámetros de red, tamaños del cristalito paralelo ($\Phi_{\parallel}$) y perpendicular ($\Phi_{\perp}$), fracción en peso W.F y densidad ρ de los compuestos $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$, molidos por 20 h.

Muestra	Fase	Parámetros de red (Å) ±0.001	$\Phi_{\parallel}$(nm) ±0.5	$\Phi_{\perp}$(nm) ±0.8	W.F (%)	ρ (g/cm^3)
$Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$	α-FeCo	a=2.874	7.8	17.2	100	7.836
$Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$	α-FeCo	a=2.868	5.6	15.4	60	7.649
	FeCoZr	a=6.953	5.9	15.8	40	8.142
$Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$	α-FeCo	a=2.863	9.0	17.5	76	8.033
	$Ce_2(Fe,Co)_{17}$	a=8.571 c=12.257	40.9	61.7	24	7.855

Posteriormente, se prepararon mezclas entre la fase magnética dura τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ y las fases magnéticas blandas de $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$, en la relación 98/2 wt.%. Después de la mezcla de ambas fases en un mortero, éstas se prensaron a 25 kN y se encapsularon en tubos de cuarzo bajo atmósfera de Ar, para ser sinterizadas a 500 °C por 30 min. Posteriormente se caracterizaron por XRD y magnetometría de muestra vibrante (VSM).

En la Figura 6 se presentan los difractogramas de XRD de las muestras 98/2 wt.% y en la Tabla 3 se reportan los parámetros de rayos–X obtenidos del refinamiento Rietveld.

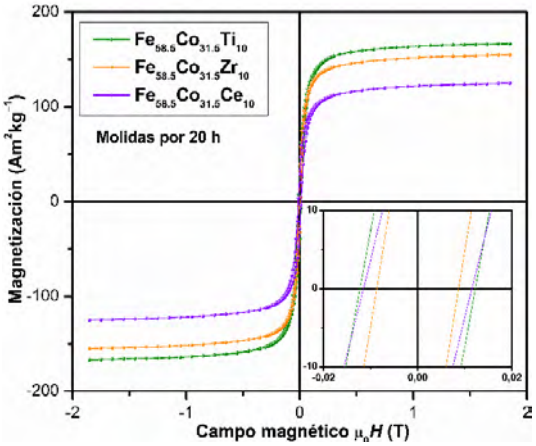


Figura 5. Ciclos de histéresis magnéticos de los compuestos $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$, molidos por 20 h.

Tabla 2. Propiedades magnéticas de los compuestos $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$, $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ y $Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$, molidos por 20 h.

Muestra	$M_{1.8T}$ (Am^2kg^{-1}) ±0.2	M_r (Am^2kg^{-1}) ±0.1	$\mu_0 H_c$ (T) ±0.0001
$Fe_{58.5}Co_{31.5}Ti_{10}$	166.7	39.3	0.0122
$Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$	154.7	32.4	0.0086
$Fe_{58.5}Co_{31.5}Ce_{10}$	124.9	28.8	0.0114

Los difractogramas de XRD de la Figura 6 revelan la presencia de tres fases cristalinas, la fase tetragonal τ magnética dura, la fase cúbica β paramagnética y la fase cúbica de cuerpo centrada α–FeCo magnética blanda. En la Figura 6 se observa un aumento de los picos de Bragg de la fase β después de la sinterización, lo que conlleva a una disminución de la fase τ, como se encontró a través del análisis de los patrones de rayos–X. Por otro lado, para la fase α–FeCo se obtuvo una fracción en peso mayor a lo que se mezcló, lo que señala una mayor contribución de dicha fase en los picos correspondientes a los ángulos 2θ = 44.73 y 82.47° específicamente, que puede estar relacionado con el ensanchamiento de los picos de difracción de la aleación τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ debido al proceso de molienda. Adicionalmente, tras el proceso de sinterización la presencia de las fases secundarias FeCoZr y $Ce_2(Fe,Co)_{17}$ no se logró identificar.

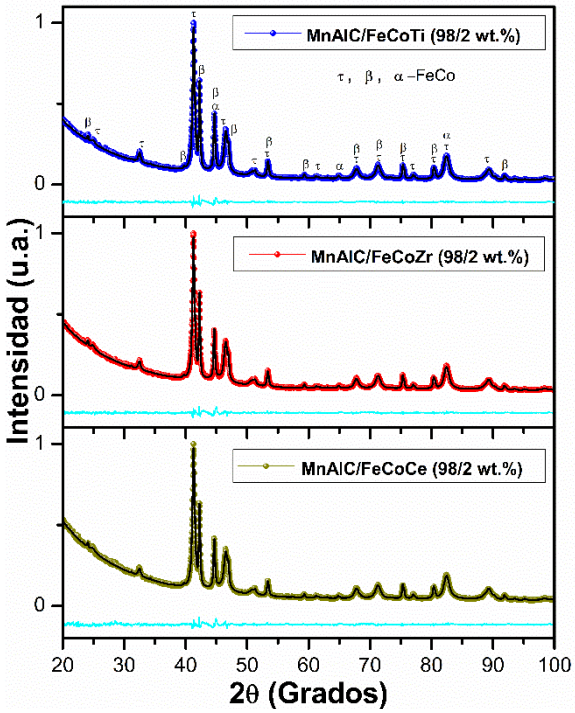


Figura 6. Difractogramas de XRD de las mezclas en la relación 98/2 wt.%

Los ciclos de histéresis magnética de las mezclas con 2 wt.% de fase blanda se presentan en la Figura 7 y las propiedades magnéticas se reportan en la Tabla 4.

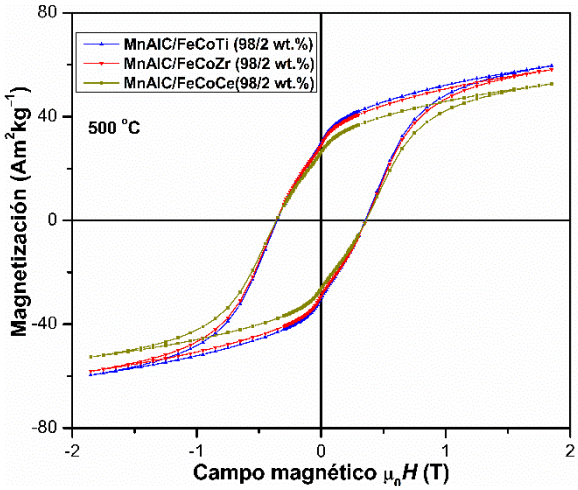


Figura 7. Ciclos de histéresis de las mezclas en la relación 98/2 wt.% sinterizadas a 500 °C.

Tabla 3. Parámetros de rayos–X de las muestras mezcladas y sinterizadas para la relación 98/2 wt.%.

Muestra	Fase	Parámetros de red (Å) ±0.001	$\Phi_{\parallel}$(nm) ±1.5	$\Phi_{\perp}$(nm) ±0.8	W.F (%)	ρ (g/cm^3)
MnAlC/FeCoTi (98/2 wt.%)	τ	*a*=3.918 *c*=3.598	32.0	35.9	66	5.042
	β	*a*=6.442	51.3	57.2	26	6.623
	α-FeCo	*a*=2.863	7.4	3.4	8	7.637
MnAlC/FeCoZr (98/2 wt.%)	τ	*a*=3.917 *c*=3.598	26.6	31.6	67	5.223
	β	*a*=6.442	66.1	55.5	23	6.565
	α-FeCo	*a*=2.850	4.2	5.9	10	8.386
MnAlC/FeCoCe (98/2 wt.%)	τ	*a*=3.917 *c*=3.600	25.9	32.6	67	5.048
	β	*a*=6.443	84.9	47.0	25	6.313
	α-FeCo	*a*=2.873	6.7	5.3	8	7.844

Tabla 4. Propiedades magnéticas para la muestra τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ y para las muestras mezcladas y sinterizadas en la relación 98/2 wt.%.

Muestra	M (Am^{2}kg^{-1}) ±0.15	M_r (Am^{2}kg^{-1}) ±0.08	$\mu_0 H_c$ (T) ±0.001	$(BH)_{max}$ (kJm^{-3}) ±0.02
MnAlC	38.20	20.10	0.378	3.09
MnAlC/FeCoTi (98/2 wt.%)	59.63	29.94	0.354	5.55
MnAlC/FeCoZr (98/2 wt.%)	58.14	29.03	0.361	5.95
MnAlC/FeCoCe (98/2 wt.%)	54.85	27.32	0.361	4.59

En la Figura 7, los ciclos de histéresis suaves, característicos de una sola fase magnética, indican la presencia de interacciones de intercambio entre las fases magnética dura y blanda.

En la Figura 8, se muestra las curvas de inducción magnética versus el producto de energía máximo para las mezclas en la relación 98/2 wt.%. Esta figura incluye la curva obtenida para la aleación τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ molida (Figura 2(b)). Los valores obtenidos del cálculo del $(BH)_{max}$ se reportan en la Tabla 4. Como se observa en la Tabla 4, todas las muestras mezcladas presentan mejores propiedades de $M_{1.8T}$, M_r y $(BH)_{max}$ que las de la fase magnética dura molida. Además, el mayor valor de $(BH)_{max} \sim 6$ kJm^{-3} obtenido para la muestra con 2 wt.% de FeCoZr, la constituyen en la mejor muestra de este conjunto. Comparando estos valores de propiedades magnéticas M_r, $\mu_0 H_c$ y $(BH)_{max}$ para el nanocompuesto MnAlC/FeCoZr (98/2 wt.%) con algunos reportados en la literatura, se encuentra que estos valores han mejorado. Para el sistema $Mn_{54}Al_{46}/Fe_{65}Co_{35}$ (82/18 wt.%) se ha reportado

M_r~28.0 Am^2kg^{-1} y $\mu_0 H_c$=0.193 T [6]. Por otro lado, para el sistema $Mn_{54}Al_{46}C_{2.44}/Fe_{65}Co_{35}$ (70/30 wt.%) se han reportado M_r~26.0 Am^2kg^{-1} y $\mu_0 H_c$=0.109 T [3]. También para el sistema $Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}/Fe_{65}Co_{35}$ (95/5 wt.%) nosotros previamente reportamos un $\mu_0 H_c$=0.277 T y $(BH)_{max}$ = 5.57 kJm^{-3} [7].

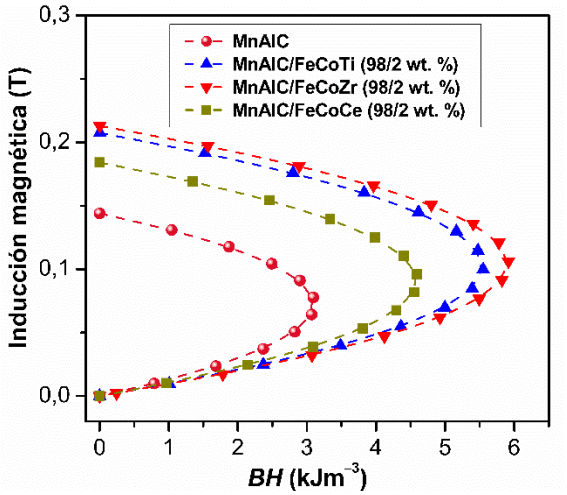


Figura 8. Curvas de inducción magnética versus producto de energía para la aleación τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ y para las mezclas en la relación 98/2 wt.%.

La Figura 9 muestra las curvas obtenidas del análisis Thamm-Hesse de los ciclos de histéresis de la Figura 7 de acuerdo con la metodología reportada en [8]. Las curvas Thamm-Hesse establecen que la interacción magnética dominante es la dipolar (δM<0) entre las partículas o granos. Sin embargo, el nanocompuesto MnAlC/FeCoZr (98/2 wt.%) muestra un valor δM>0 para un pequeño campo aplicado, que confirma la presencia de interacción de intercambio entre las partículas de ambas fases, responsable de las mejores propiedades magnéticas para esta muestra. Una razón fundamental por la cual la interacción de intercambio no es mayoritaria, a pesar de que los ciclos de histéresis son suaves, puede estar relacionada con la poca cantidad de fase blanda. Además, el carácter dipolar predominante (δM<0) para campos mayores es asociado con interacciones de intercambio sólo entre partículas de τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$, como se mostró en [9].

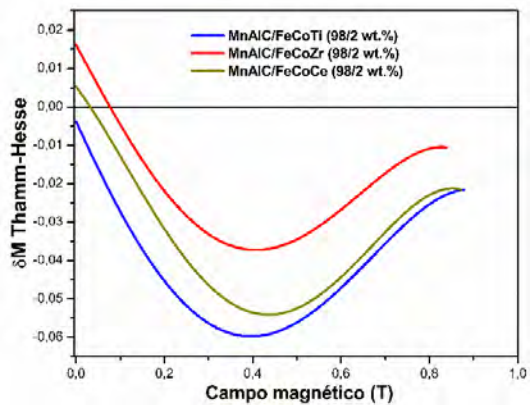


Figura 9. Curvas Thamm-Hesse de las mezclas en la relación 98/2 wt.%.

La Figura 10 corresponde a la imagen SEM de la muestra MnAlC/FeCoZr (98/2 wt.%) con sinterización a 500 °C por 30 min, y su respectiva curva de composición atómica, dada por el número de cuentas versus la energía en keV de los átomos presentes en la mezcla.

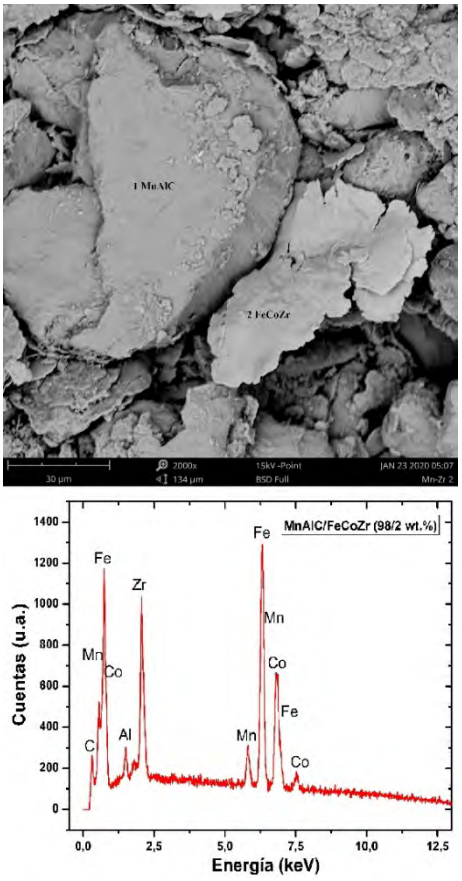


Figura 10. Imagen SEM y gráfica de composición atómica para la mezcla MnAlC/FeCoZr (98/2 wt.%).

El análisis de espectroscopía de energía dispersiva mostró que las partículas grandes de color gris oscuro indexadas como partícula 1. MnAlC presentan una composición atómica promedio de 43.28 at.% de Mn y 56.72 at.% de Al, corresponden a la fase τ rica en Al. También las partículas grises claras con forma laminar indexadas como partícula 2. FeCoZr presentan la composición atómica de 53.48 at.% de Fe, 31.01 at.% de Co y 15.51 at.% de Zr, composición que está en buen acuerdo con la muestra magnética blanda de $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$. De acuerdo con la imagen SEM de la Figura 10 las interacciones de intercambio son asociadas con el acoplamiento de intercambio ferromagnético entre partículas de 1. MnAlC que presentan forma irregular y las partículas 2. FeCoZr con forma laminar.

III. CONCLUSIÓN

En resumen, las rutas para obtener y optimizar las propiedades estructurales y magnéticas de la fase magnética dura τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ y el sistema magnético blando $Fe_{58.5}Co_{31.5}X_{10}$ (X=Ti, Zr y Ce) son buenas. La mejor mezcla optimizada fue MnAlC/FeCoZr (98/2 wt.%) que presento un $(BH)_{max} \sim 6$ kJm^{-3} que es aproximadamente el doble que el obtenido para la fase τ, lo cual muestra un avance en el mejoramiento de las propiedades magnéticas en sistemas para imanes permanentes. Justificado por un ciclo de histéresis suave, la presencia de interacción de intercambio entre partículas de τ–$Mn_{53.3}Al_{45}C_{1.7}$ con forma irregular y las partículas de $Fe_{58.5}Co_{31.5}Zr_{10}$ con forma laminar, cuyos espesores se han optimizado debido a la presencia del Zr en la matriz $Fe_{65}Co_{35}$ que induce mayor fragilidad en el compuesto cuando es sometido a una molienda de alta energía. Finalmente, se encuentra que las variantes en la ruta de obtención de nanocompuestos para imán permanente propuesta en este trabajo son promisorias. Además, teniendo en cuenta que este tipo de imanes es libre elementos de tierras raras, lo que los constituyen en imanes de bajo costo de producción, y de gran interés científico y tecnológico. Hoy en día los imanes permanentes son importantes dado su gran número de aplicaciones tecnológicas en diferentes industrias, tales como electrónica de consumo, militar, transporte, médica y energías limpias como en generadores de turbinas eólicas y vehículos eléctrico e híbridos.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue patrocinada en parte por, Army Reaserch Laboratoy bajo el acuerdo de cooperación número W911NF-19-2-0030, en parte por Colciencias bajo el contrato 110671250407 y en parte por la Universidad del Valle a través del proyecto de INAPEM número 691235.

REFERENCIAS

[1] G. González, A. Sagarzazu, L. D`Angelo, R. Villalba, J. Ochoa, and L. D`Onofrio, "Síntesis y caracterización de aleaciones Fe-Co, Fe-Al obtenidas por aleación mecánica," *Rev. Latinoam. Metal. y Mater.*, vol. 19, pp. 17–24, 1999.

[2] A. C. Larson and R. B. Von Dreele, *General structure analysis system (GSAS)*. Los Alamos National Laboratory report LAUR, 2004.

[3] H. D. Qian, P. Z. Si, J. T. Lim, J. W. Kim, J. Park, and C. J. Choi, "Magnetic properties of Mn54Al46C2.44/Sm2Fe17N3 and Mn54Al46C2.44/Fe65Co35 composites," *J. Korean Phys. Soc.*, vol. 73, pp. 1703–1707, 2018.

[4] A. López-Ortega, M. Estrader, G. Salazar-Alvarez, A. G. Roca, and J. Nogués, "Applications of exchange coupled bi-magnetic hard/soft and soft/hard magnetic core/shell nanoparticles," *Phys. Rep.*, vol. 553, pp. 1–32, 2015.

[5] "Schoolmykids," *Young Modulus of all the elements in the Periodic Table*, 2020. [Online]. Available: https://www.schoolmykids.com/learn/interactive-periodic-table/young-modulus-of-all-the-elements.

[6] J. Park *et al.*, "Magnetization and intrinsic coercivity for τ-phase Mn54Al46/α-phase Fe65Co35 composite," *J. Magn.*, vol. 19, pp. 55–58, 2014.

[7] H. Martínez Sánchez, L. E. Zamora Alfonso, J. S. Trujillo Hernandez, and G. A. Pérez Alcázar, "Evidence of exchange coupling in τ-MnAlC/FeCo system," *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 473, no.

October 2018, pp. 221–227, 2019.

[8] S. Thamm and J. Hesse, "A simple plot indicating interactions between single-domain particles," *J. Magn. Magn. Mater.*, vol. 154, pp. 254–262, 1996.

[9] J. S. T. Hernandez, F. Maccari, L. G. Marshall, J. A. Tabares, and G. A. P. Alcázar, "Exchange coupling in MnAlC/α-Fe nanocomposite magnets," *J. Supercond. Nov. Magn.*, vol. 31, pp. 3941–3947, 2018.

Estado del arte de programas de posgrado 2021 en aprovechamiento de recursos agroalimentarios

Beatriz Guevara Guerrero
Magda Valdés Restrepo
Liliana Londoño Hernandez
Leidy Gomez Sampredo
Clara Sánchez Bernal
Claudio González Clavijo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia
beatriz.guevara@unad.edu.co
magda.valdes@unad.edu.co
liliana.londono@unad.edu.co
leidyj.gomez@unad.edu.co
clara.sanchez@unad.edu.co
claudio.gonzalez@unad.edu.co

Resumen – El registro calificado de los programas académicos ofertados en Colombia es una licencia otorgada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) que garantiza que dicho programa cumple con los criterios de calidad exigidos para su funcionamiento. Por tanto, los procesos de generación o renovación del registro calificado exigen una serie de pasos entre los cuales se destaca la revisión actualizada de programas con características similares tanto a nivel nacional como internacional. Considerando lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el estado de arte en programas de posgrado en aprovechamiento en recursos agroalimentarios identificando la Instituciones de educación superior en el país ofertan programas pos graduales en concordancia con las necesidades del sector agroalimentario en relación a la valorización y transformación de los residuos y subproductos generados en los diferentes procesos de producción, esto como parte del proceso de renovación de registro calificado del programa de Especialización en Procesos de Alimentos y Biomateriales de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) de Colombia. La revisión se realizó mediante la búsqueda de información en bases de datos educativos, artículos y documentos de organizaciones e instituciones nacionales e internacionales, identificando los programas de posgrado a nivel de especialización y a nivel internacional en programas de características similares en tiempo de duración relacionados con la disciplina del aprovechamiento de recursos agroalimentarios y áreas a fines hasta el 2021. Los resultados mostraron que a nivel nacional las principales especializaciones con respecto al tema de estudio se encuentran en el centro del país, sin embargo, son pocas, mostrando la necesidad de fortalecer la oferta en el área. Los programas similares en el exterior se ubican en su mayoría en países de la Unión Europea.

Palabras clave— especialización, master, currículo académico, registro calificado.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La FAO (2014), enfatiza que en el aprovechamiento de subproductos se debe involucrar la academia que tal forma que mediante la investigación se logre acciones para dar valor de uso y de cambio a los residuos agroalimentarios [1], bajo ese contexto, se realizó una revisión sistemática de la literatura, basado en la metodología de Kitchenham y Charters [2], inicialmente se definieron las palabras de búsqueda de datos primarias, posteriormente se elaboró la revisión en cada una de las páginas de los programas de posgrado (especialización y master) encontradas en base de datos. Con la información obtenida, se realizó una clasificación según denominación, institución, ubicación

geográfica, modalidad y duración. Finalmente se realizó el análisis de los programas curriculares para identificar áreas y temas de trabajo que se encuentra en los programas.

El proceso de revisión se desarrolló bajo la siguiente ruta: 1) Pregunta de investigación, 2) Conceptos y definiciones, 3) Medios de información consultados, 4) Criterios de inclusión y exclusión, 5) Consulta de búsqueda, 6) Proceso de revisión y 7) Resultados de búsqueda.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resumen de los programas académicos encontrados a partir de la revisión de literatura fue clasificado en nivel nacional (Colombia) e internacional. En Colombia, se realizó una búsqueda en la principal base de datos de programas académicos, el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) del Ministerio de Educación Nacional [3], en la Tabla 1, se presentan las universidades que ofrecen programas de especialización relacionados con el aprovechamiento de recursos agroalimentarios y áreas a fines. Los programas académicos de características similares en duración a especialización a nivel internacional se pueden visualizar en la Tabla 2.

Tabla 1. Programas de especialización en área de aprovechamiento de recursos agroalimentarios y a fines ofertados en Colombia en el 2021.

Denominación	Institución	Ubicación	Modalidad	Duración
Especialización en Desarrollo Agroindustrial	Universidad de Caldas	Manizales	Presencial	1 año
Especialización en Transformación de Residuos Agroindustriales	Universidad de Pamplona	Pamplona	Presencial	1 año
Especialización en tratamiento, valoración y gestión de residuos sólidos	Tecnológico de Antioquia	Medellín	Presencial	1 año
Especialización en gestión y desarrollo agroindustrial	Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín	Presencial	1 año
Especialización en biotecnología y seguridad alimentaria	Universidad de Santander	Bucaramanga	Presencial	1 año
Especialización en biotecnología	Universidad Nacional de Colombia	Medellín	Presencial	1 año

Tabla 2. Programas de características similares a especialización en área de aprovechamiento de recursos agroalimentarios y a fines, ofertados en a nivel Internacional en el 2021.

Denominación	Institución	Ubicación	Modalidad	Duración
Máster - Ciencias Agrícolas y Sistemas de Producción	Harper Adams University	Shropshire, Inglaterra	Presencial	1 año
Máster - Biotecnología	Aberystwyth University	Gales, Inglaterra	Presencial	1 año
Máster Universitario en Tecnología e Industria Alimentaria	Escuela Politécnica Superior	Sevilla, España	Presencial	1 año
Máster Universitario en Gestión, Tratamiento y Valorización de Residuos Orgánicos.	Universidad Miguel Hernández	Elche, España	Semi - Presencial	1 año
Máster Universitario en Biotecnología Industrial y Agroalimentaria	Universidad de Almería	Almería, España	Presencial	1 año
Máster - Gestión Ambiental para la Agricultura	University of Hertfordshire	Hertfordshire, Reino Unido	Presencial	1 año
Máster – Alimentos y desarrollo	University of Sussex	Brighton, Reino Unido	Presencial	1 año
Máster - Ciencia e innovación alimentaria	Manchester Metropolitan University	Manchester, Inglaterra	Presencial	1 año
Máster - Gestión agroambiental	Aarhus University	Aarhus, Dinamarca	Presencial	1 año

A nivel nacional se identificaron seis programas académicos relacionados con el aprovechamiento de recursos agroalimentarios donde la totalidad presentan modalidad presencial, por otro lado, internacionalmente se encontraron nueve programas de los cuales ocho son de modalidad presencial y uno semipresencial, a partir de la indagación profunda de los planes de estudios de los programas generados en la revisión sistemática literaria se pudo analizar puntos de convergencia en las temáticas de manejo y transformación de los recursos agroalimentarios a partir de las técnicas biotecnológicas y la gestión de proyectos.

Es importante resaltar que la denominación “transformación y valorización de recursos agroalimentarios”, se basa en la importancia y creciente interés de fortalecer el conocimiento y generar estrategias que permitan el aprovechamiento de la pérdidas y desperdicios ligadas inevitablemente a la producción alimentos desde la postcosecha hasta la transformación [4], y es así como está en coherencia con diferentes políticas públicas como el CONPES 4023- Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente [5], CONPES 3697- Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad [6] y plan nacional de bioeconomía [7]. En efecto, el interés de esta temática de estudio en los últimos años, se pudo evidenciar en la búsqueda de programas nacionales realizada para el estudio, donde se encontró que las especializaciones que incluyen dentro de sus focos el aprovechamiento y valorización de subproductos agroindustriales fueron creadas hace menos de 10 años.

III. CONCLUSIONES

Se concluye que hasta el momento son limitadas las especializaciones, orientadas fundamentalmente al aprovechamiento de recursos agroalimentarios a nivel nacional e internacional, destacando además que las especializaciones que tiene alguna relación con el tema de estudio son todas de carácter presencial y semipresencial, lo que demuestra la necesidad de fortalecer la oferta de programas de formación posgraduales con metodología virtual de gran cobertura, que brinden oportunidades de cualificación a población profesional a lo largo y ancho del país, bajo metodologías flexibles que permitan adelantar un proceso de formación sin abandonar el vínculo laboral.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a la Vicerrectoría de Servicios a Aspirantes, Estudiantes y Egresados; y Vicerrectoría Académica y de Investigación de la UNAD por su apoyo en el proyecto.

REFERENCIAS

[1] FAO, (2014). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Pérdida y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe.

[2] Kitchenham B., Charters S (2007). "Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering (version 2.3)". Technical Report, Keele University and University of Durham.

[3] Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (2021). Información estadística. Ministerio de Educación Nacional.

[4] Lafarga, T., García, G. B., & Abadías, M. (2018). Revalorización de los subproductos de la industria de transformación de vegetales. Horticultura & Poscosecha. Recuperado de: https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/la_utilizaci__n_de_productos_de_des

[5] Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES (2021). Documento CONPES 4023. Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente, aprobado 11 de febrero de 2021 [Internet]. Bogotá D.C., Colombia: Departamento Nacional de Planeación.

[6] Consejo Nacional de Política Económica y Social - CONPES (2011). Documento CONPES 3697. Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad, aprobado 14 de junio de 2011 [Internet]. Bogotá D.C., Colombia: Departamento Nacional de Planeación.

[7] Henry, G., Hodson, E., Aramendis, R., Trigo, E., & Rankin Cortazar, S. (2017). La bioeconomía: Motor de desarrollo integral para Colombia.

Análisis del efecto de la velocidad especifica de crecimiento en procesos biotecnológicos

Jenniffer Natalia Orozco Caballero
Esp. En Procesos de Alimentos y Biomateriales
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
jenniffer.orozco@unad.edu.co

Beatriz Guevara Guerreo
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
beatriz.guevara@unad.edu.co

Andrea Vasquez Garcia
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
andrea.vasquez@unad.edu.co

Resumen

En la industria alimentaria la simulación de procesos industriales presenta grandes beneficios económicos y de infraestructura física, las cuales se requieren para poder predecir propiedades fisicoquímicas y de procesos en la producción de alimentos. El objetivo de esta investigación fue realizar la simulación de un proceso de fermentación a través del software SuperPro Designer y analizar el efecto de la variación de la velocidad especifica de reacción en las variables de proceso para el establecimiento, diseño y control que puede ser aplicada a procesos biotecnológicos para el aprovechamiento de residuos agroalimentarios. La simulación del proceso de fermentación cinética fue realizada empleando el software SuperPro Designer y sobre el cual se realizó variación de la velocidad especifica de reacción en (0.1; 0,2; 0,3 y 0,4h^{-1}) µmax. El mejor comportamiento de la fermentación se evidencia cuando se alcanza la velocidad máxima especifica µmax de 0,4 h^{-1}, obteniendo que a las 8,4 horas el medio de cultivo es consumido y se produce la mayor cantidad de biomasa y metabolitos, 13,32 g/L y 0.90 g/L, respectivamente. La interacción con el modelo de simulación permitió comprender las principales relaciones que se presentaron entre las variables velocidad especifica de reacción, consumo de medio, producción de biomasa y metabolitos.

Palabras clave: *fermentación, Simulación, SuperPro Designer.*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la simulación del proceso de fermentación de crecimiento celular, se realizó el proceso en batch o por lote (discontinuo), para lo cual se utilizó el software SuperPro Designer v11 (Evaluation version), para el cual se obtiene el siguiente diagrama de flujo (figura 1).

Esta simulación puede ser empleada para el aprovechamiento de residuos agroalimentarios, que actualmente representan un problema ambiental para la industria de alimentos, en esta investigación se explica de forma general como puede ser empleado este software para visualizar el comportamiento del medio, la biomasa y los metabolitos.

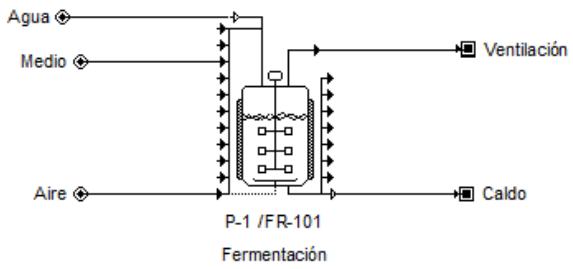


Figura 1. Diagrama de Flujo del Proceso de Fermentación para medición de crecimiento celular.

Para el proceso que se llevó a cabo en el biorreactor, se siguió la ecuación 1 que representa la reacción química que explica la fermentación aerobia.

$100Medio + 70O_2 \rightarrow 28Biomasa + 70CO_2 + 10Impurezas + 2\ Metabolitos\ (MAB) + 60H_2O$ (Ecuación 1)

Todas las corrientes de alimentación entran en el reactor a condiciones estándar. Para este caso, 7,800 kg de agua son alimentados al reactor a un flujo de 100 L/min con un tiempo de preparación de 5 minutos. Así mismo, 380 kg de medio se alimentan al reactor a un caudal de 10 kg/min con un tiempo de preparación de 20 minutos.

La fermentación se llevó a cabo a una temperatura de 37°C con una velocidad de calentamiento constante de 0.5°C/min. Debido a que la biomasa es el componente de referencia, la tasa de reacción calculada (dX/dt) es de μmax = 0,2 h^{-1}. El medio es el único sustrato con un valor Ks de 35 mg/L. La producción de biomasa sigue una reacción de primer orden y tiene una entalpía de -3.697 kcal/kg a una temperatura de referencia del oxígeno de 37°C. El producto se enfrió a 5°C utilizando glicol, que tiene una velocidad de enfriamiento de 0,5°C/min, y el proceso de transferencia fuera del fermentador tiene un tiempo de proceso de 272 minutos.

Para determinar la cantidad de tiempo necesario para consumir completamente los componentes de la reacción y cuál es el reactivo limitante de la velocidad para este sistema, se utilizó el software SuperPro Designer, variando la velocidad especifica de reacción en (0.1; 0,2; 0,3 y 0,4 h^{-1}) μmax.

Los datos fueron analizados teniendo en cuenta los resultados arrojados por el software en forma de tablas generadas de forma automática, con estos datos se procedió a realizar las gráficas de tiempo de reacción vs concentración de medio, biomasa y metabolitos, a las diferentes velocidades específicas para de esta forma determinar la más indicada e identificar el comportamiento de cada una de los componentes de la fermentación.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez completada la simulación en el programa SuperPro Designer, se presentan los resultados obtenidos, para los cuatro valores de velocidad especifica de reacción evaluados.

En la figura 2 se pueden evidenciar los datos obtenidos en la simulación de la fermentación cuando la velocidad especifica de la reacción fue de 0,1 h^{-1}. En esta gráfica se puede evidenciar que a mayor tiempo de reacción la producción de biomasa aumenta sucediendo lo mismo con la producción de metabolitos, lo que quiere decir que existe una relación directamente proporcional en cuanto a estas tres variables involucradas en el proceso de fermentación cinética.

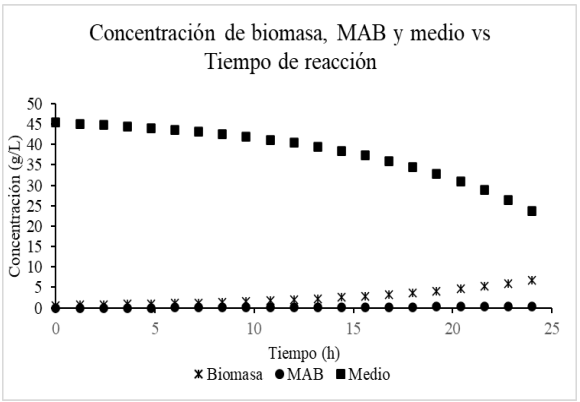


Figura 2. Concentración de biomasa, MAB y medio vs Tiempo de reacción, modificando la velocidad específica de la reacción (μmax=0,1 h^{-1}).

Cuando la velocidad especifica de la reacción fue de 0,2 h^{-1} los datos obtenidos se pueden observar en la figura 3 y se puede concluir que la relación entre el tiempo de reacción vs la producción de biomasa y metabolitos se sigue presentando de forma directamente proporcional hasta las 15,6 horas. A partir de ahí, se puede evidenciar que la producción de biomasa y metabolitos se mantiene constante debido a la escasez del medio de cultivo.

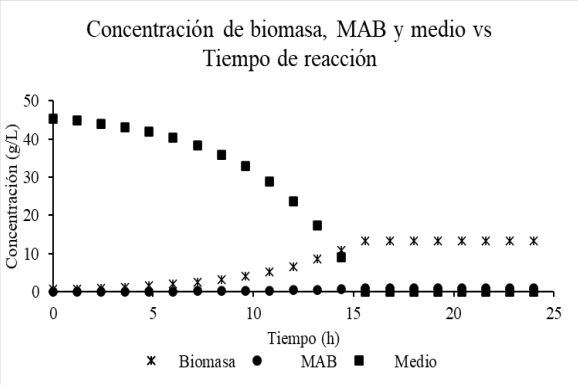


Figura 3. Concentración de biomasa, MAB y medio vs Tiempo de reacción, modificando la velocidad específica de la reacción (µmax=0,2 h^{-1}).

Con respecto a la velocidad especifica de reacción (0,3) los resultados pueden ser observados en la figura 4 en la cual se puede apreciar que a partir de las 10,8 horas se estabiliza la producción de biomasa y metabolitos, teniendo en cuenta que esto se presenta por al agotamiento del medio.

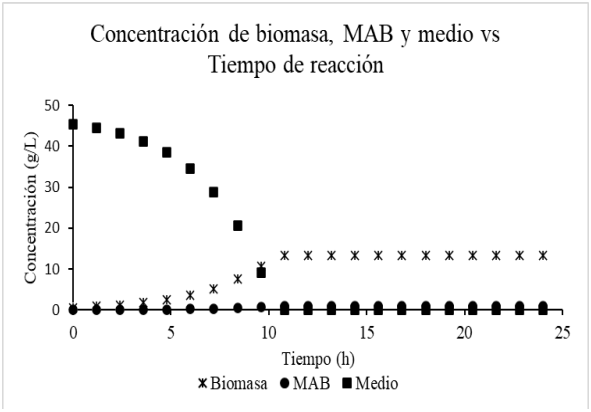


Figura 4. Concentración de biomasa, MAB y medio vs Tiempo de reacción, modificando la velocidad específica de la reacción (µmax=0,3h^{-1}).

Finalmente, en la simulación realizada para la velocidad especifica de reacción del (0,4 h^{-1}) se encontró que a partir de 8,4 horas de tiempo de reacción tanto la producción de biomasa como la producción de metabolitos empezaron a presentar una tendencia constante debido a la escasez del medio de cultivo.

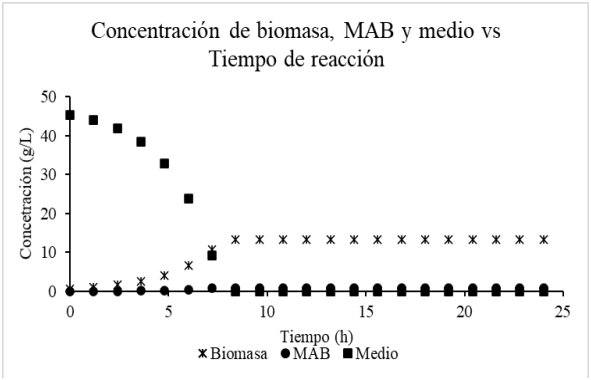


Figura 5. Concentración de biomasa, MAB y medio vs Tiempo de reacción, modificando la velocidad específica de la reacción (µmax=0,4h^{-1}).

De acuerdo con las figura 2, 3, 4 y 5, en el simulador de procesos industriales SuperPro Designer V11, se observa el mismo comportamiento que a medida que la velocidad especifica de la reacción aumenta, el medio se consume más rápido, por ende la concentración del medio se consume más rápido y la concentración de biomasa y del metabolito se obtuvo más rápidamente; esto se debió a que en el

simulador SuperPro Designer se seleccionó como modelo de crecimiento microbiano el de Monod, el cual se rige por la ecuación 2.

$$\mu = \mu\, max \frac{[S]}{K_s+[S]} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:
• μ es la tasa de crecimiento específica de los microorganismos.
• μmax es la tasa de crecimiento específica máxima de los microorganismos.
• [S] es la concentración del sustrato limitante para el crecimiento.
• Ks es la "constante de velocidad media": el valor de [S] cuando μ/μmax = 0.5 [1].

Con respecto a la ecuación 2, se puede afirmar que cuando se mantiene constante la concentración del sustrato y la constante de velocidad media, y si se aumenta la velocidad de crecimiento, aumenta la velocidad de producción de biomasa y de metabolito y a bajas velocidades de crecimiento, se tardara demasiado tiempo en producirse la biomasa y el analito de interés, por lo tanto, es recomendable trabajar con velocidades de crecimiento intermedias para no generar estrés del medio ni desactivarlo.

Los resultados obtenidos en el trabajo realizado por los [2] demuestran que los modelos de crecimiento microbiano son una herramienta adecuada para incrementar los rendimientos de los procesos fermentativos de microorganismos beneficiosos. En un estudio realizado por [3] donde se evalúa la producción de etanol en un sistema continuo con células de levadura. Los modelos de crecimiento microbiano Monod y Haldane son analizados en un CSTR reactor (*Continuous Stirred Tank Reactor)*. A partir del caso de estudio, la producción de etanol, se demostró que existen diferentes regiones de estabilidad. Cada una de ellas conduce a condiciones de operación con características específicas diferentes, demostrando así la importancia de la simulación en los procesos industriales. [4] destacan que el modelo más utilizado para el coeficiente de rendimiento, más conocido como la velocidad de crecimiento específico del microorganismo, es el modelo de Monod.

III. CONCLUSIONES

El mejor comportamiento de la fermentación se evidencia cuando se alcanza la velocidad máxima especifica μmax de 0,4 h^{-1}, obteniendo que a las 8,4 horas el medio de cultivo es consumido y se produce la mayor cantidad de biomasa y metabolitos, 13,32 g/L y 0.90 g/L, respectivamente. De esta forma la simulación permitió comprender la relación que existe entre las variables velocidad especifica de reacción, consumo de medio, producción de biomasa y metabolitos, es decir que, a mayor velocidad específica de reacción, el sustrato es consumido mas rápidamente y la producción de biomasa y metabolitos se da en menor tiempo.

Con el desarrollo de esta investigación se puede concluir que la simulación de procesos es de vital importancia porque permite obtener una serie de datos los cuales pueden contribuir al diseño detallado del proceso y a la toma de decisiones para la implementación del mismo.

AGRADECIMIENTO

Al grupo de investigación BIOTICS y al semillero de investigación ALIMENTAR de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

REFERENCIAS

[1] Dochain, D. (1986). On-line parameter estimation, adaptave state estimation and adaptave control of fermentation processes. Louvain la Neuve, 11-21.

[2] González, N.; Zamora, J.; Pérez, C.; Salazar, E.; Pérez, E.; Sánchez, M. C.; Hernández, A.; Pimentel, R.; Pimentel, E.; Expósito, M.; Narciandi, E.; Ramos, L.; Mayo, O. (2010). Modelación de la influencia del ph y la temperatura en la velocidad de crecimiento de *Tsukamurella paurometabola* C-924. Revista Cubana de Química, vol. XXII, núm. 3, pp. 26-29.

[3] Trejos, V. M.; Fontalvo Alzate, J.; Gómez Garcia, M. A. (2009). Descripción matemática y análisis de estabilidad de procesos fermentativos. Dyna, vol. 76, núm. 158, pp. 111-121.

[4] Ortega Quintana F.A.; Alvarez, H.; Botero Castro H.A. (2017). Enfrentando el modelado de bioprocesos: una revisión de las metodologías de modelado. rev.ion. vol. 30, núm. (1), pp. 73-90.

Aplicación de empaques biodegradables de mezclas de gelatina-quitosano con adición de compuestos activos para conservación de queso fresco

[1]Diego Armando Ramírez Aguilar
[2]Paula Andrea Méndez Morales
[1]Ingeniería de Alimentos
[2]Cadena Ciencias Básicas
[1,2]UNAD, Colombia
[1]daramirezag@unadvirtual.edu.co
[2]paula.mendez@unad.edu.co

[3]Laura María Reyes Méndez
[3]Cadena de Formación en Alimentos
[3]UNAD, Colombia
[3]laura.reyes@unad.edu.co

Resumen – Una alternativa potencialmente viable para la conservación de alimentos es el uso de películas biodegradables producidas con ingredientes activos como antioxidantes y antimicrobianos, que, en el caso de estos últimos, pueden prevenir el crecimiento de microorganismos patógenos y deteriorantes en la superficie de un producto. El objetivo de este proyecto fue el desarrollo y aplicación de empaques biodegradables (EB) a base de gelatina y quitosano con incorporación de aceite esencial de orégano (AEO) y eugenol (EG) para conservación de queso fresco. El AEO y EG se caracterizaron en función de la actividad antimicrobiana, Concentración Mínima Inhibidora (CMI) y Concentración Mínima Bactericida (CMB) frente a las bacterias *S. aureus* ATCC 25923 y *E. coli* ATCC 9027. Fueron desarrolladas 6 formulaciones de EB empleando diferentes concentraciones de OEO y EG por el método *Casting* y caracterizados en relación a actividad antimicrobiana y propiedades físicas. Muestras de queso fresco fueron recubiertas con los EB y acondicionadas a ± 4°C por 14 días. Fue evaluada la actividad antimicrobiana frente *S. aureus*, *Coliformes totales* y *Aerobios mesófilos*. Los compuestos activos mostraron una actividad antimicrobiana similar, con valores de CMI y CMB entre 0,2 y 0,3% p/p para las bacterias analizadas. Los EB con mezclas de AEO y EG a diferentes concentraciones tienen mayor actividad antimicrobiana que los EB con un solo compuesto activo. Las propiedades físicas y estructurales de los EB presentan modificaciones atribuidas principalmente al carácter hidrofóbico de AEO, mejorando principalmente las propiedades de barrera al vapor de agua. El EB con 0,5% de AEO y 0,5% de EG presentó la mejor actividad para conservar el queso fresco durante los 14 días de almacenamiento. La adición de compuestos activos proporciona actividad antimicrobiana a los EB, además de mejorar las propiedades físicas y estructurales, apuntando a una posible aplicación en productos alimenticios.

Palabras clave— Actividad antimicrobiana, Biopolímeros, Conservación de alimentos, Empaques activos

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Los EB fueron producidos con gelatina Tipo A y quitosano como macromoléculas y ácido acético como solvente. Fue empleado glicerol como plastificante y Tween 80 como emulsificante. Los compuestos activos elegidos para ser adicionados a los EB, eugenol (Sigma-Adlrich) y aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*).

Las cepas empleadas en los análisis microbiológicos fueron *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 y *Echerichia coli* ATCC 25922. La activación de las bacterias fue realizada en caldo Brain Heart Infusion BHI y la inoculación en placas de agar Müller Hinton. El conteo de *aerobios mesófilos*, *coliformes totales* y *S. aureus* en queso fresco fue realizado usando Agar PCA (Plate Count Agar) Agar VRB (Violeta cristal-Rojo neutro-Bilis-Lactosa) y Agar Baird Parker respectivamente.

1.1 Actividad antimicrobiana de los compuestos activos

Fue determinada a través del método de difusión en disco frente a *S. aureus* (ATCC 29213) y *E. coli* (ATCC 25922), reactivadas en caldo BHI durante 24 horas a 37 °C con posterior dilución hasta obtener suspensiones de turbidez de 10^8 UFC/mL. En la superficie de placas de agar Müller Hinton previamente inoculadas, fueron dispuestos discos de 6 mm de papel filtro impregnados con 20 µL del compuesto activo, cloranfenicol al 2,5% w/v (control positivo) y etanol (control negativo). Las placas fueron incubadas a 37 °C por 24 horas. Fue medido el diámetro de inhibición en milímetros considerando el diámetro inicial de los discos. La concentración mínima inhibitoria (CMI) y concentración mínima bactericida (CMB) fue determinada empelando placas de 96 micropozos siguiendo la metodología descrita por [1].

1.2 Producción de los empaques biodegradables

Los EB fueron elaborados por el método *casting*. La solución de Gelatina (4 g/100 mL de agua destilada) y quitosano (1 g/100 mL de solución acuosa de ácido acetico glacial (1 % v/w) fueron preparadas por separado. Las soluciones de las macromoléculas fueron mezcladas y adicionado el plastificante glicerol (1 g/100 g solución), el emulsificante Tween 80 (0,3 g/100 g solución) y los compuestos activos eugenol y aceite esencial de orégano en diferentes concentraciones (Tabla 1). La solución final fue dispuesta en cajas de Petri con secado a 30 °C por 24 horas [2], [3].

Tabla 1. Contenido de compuestos activos en formulaciones de empaques biodegradables

Muestra	Eugenol*	Aceite essencial Orégano*
F1	0.0	0.0
F2	1.0	0.0
F3	0.75	0.25
F4	0.50	0.50
F5	0.25	0.75
F6	0.0	1.0

* (g/100g Sol)
**(g/100 g gelatina)
***(g/100 g plastificante)

1.3 Caracterización de los empaques biodegradables

La actividad antimicrobiana de los EB fue determinada por el método de difusión en disco frente a la bacteria *S. aureus* (ATCC 29213) y *E. coli* (ATCC 25922) empleando la metodología descrita en el numeral 1.1, usando muestras de EB de 15 mm de diámetro.

Se determinó la Humedad, Solubilidad y Permeabilidad al vapor de agua de los EB previo acondicionamiento en bromuro de sodio (NaBr 58% HR) por 5 días, usando las metodologías descritas por [1], [4], [5].

Las muestras fueron llevadas a la estufa a 105 °C por 24 horas. La humedad final de los EB fue determinada usando la ecuación (1):

$$Humedad\ (\%) = \left(1 - \frac{m_f}{m_i}\right) x100 \quad (1)$$

Donde, m_f es la masa (g) de la muestra seca y m_i es la masa (g) inicial de la muestra en base seca.

La solubilidad de los EB en agua fue determinada después de 24 horas de inmersión con posterior secado por 24 horas a 105 ºC y expresada en términos de materia seca disuelta, ecuación (2):

$$\%MS = \frac{m_i - m_f}{m_i} x100 \quad (2)$$

Donde, *%MS* es el porcentaje de material solubilizado (g/100 g del empaque), m_i es la masa (g) inicial de la muestra y m_f es la masa (g) seca de la muestra.

La permeabilidad al vapor de agua (PVA) fue determinada usando celdas de aluminio conteniendo silica gel, acondicionas en desecadores con agua destilada y mantenidas a temperatura controlada (25 ºC (±0,2 ºC)). La ganancia de peso del sistema (Empaque – Celda – Silica gel) fue medida cada 24 por 7 días y la PVA determinada con la siguiente ecuación (3):

$$PVA\left(g.\frac{mm}{h}.m^2.Kpa\right) = \frac{G.x}{t.A_e.P_0(R_1-R_2)} \quad (3)$$

Donde, x es el espesor de los empaques (mm); A_e es el área expuesta (cm^2); P_0 es la presión del vapor de agua (Pa) en la temperatura media del período; (R_1-R_2) es la diferencia de humedad relativa (%); G/t es el coeficiente angular de la regresión lineal de la recta de la ganancia de masa del sistema *versus* el tiempo (g/h).

1.4 Aplicación en el alimento

Fueron empleados para el análisis los EB de formulaciones F1 (Sin compuestos activos, y F4 y F5 por presentar la mayor actividad antimicrobiana, así como un control (sin EB). Muestras de queso fresco de 3x3 cm fueron recubiertas con los EB y acondicionadas a ± 4°C por 14 días. Las evaluaciones del efecto antimicrobiano en el queso fresco frente a las bacterias *S. aureus*, *aerobios mesófilos* y *coliformes totales*, fue analizado los días 0, 3, 7, 10 y 14 de almacenamiento, usando metodología descrita [1], [6]; tomado 1 g de queso y diluido en 10 ml de agua peptonada (0,1 %) y realizando diluciones seriadas entre 10^{-1} e 10^{-6} g/mL. Fue tomado 1 mL de cada dilución y dispuesto en placas de Agar PCA (Agar VRB y Agar Baird Parker para conteo de *aerobios mesófilos*, *coliformes totales* y *S. aureus*, respectivamente, e incubadas a 37 °C por 24 h para *coliformes totales* y *S. aureus* y a 37 °C por 48 h para *aeróbios mesófilos*. Los resultados fueron expresados en logUFC/g.

La pérdida de peso del queso fresco fue calculada durante el período de almacenamiento, siguiendo la ecuación (4) [7], [8]:

$$\Delta W = \frac{W_i - W_t}{W_i}\, x\, 100 \quad (4)$$

Donde, W_i es el peso inicial de la muestra (g) y W_t es el peso inicial de la muestra en el tiempo t (g).

1.5. Análisis estadístico

La evaluación de los resultados fue realizada a través de análisis multivariado (ANOVA), estableciendo diferencias significativas entre los valores medios observados en cada una de las formulaciones a través del Test de Fisher a 95 % de confianza utilizando el paquete estadístico STATISTICA® v.8.0.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Actividad antimicrobiana de los compuestos activos

Los compuestos activos seleccionados para ser incorporados en la matriz biopolimérica, Eugenol (EG) y Aceite esencial de orégano (AEO), presentan actividad antimicrobiana frente a las bacterias analizadas (Tabla 2). La inhibición de las mismas fue similar para EG y AEO, considerando una CMI y CMB de 0,20% a 0,25% respectivamente.

Tabla 2. Actividad antimicrobiana de compuestos activos

Eugenol			
	Diámetro Inhibición (mm)	CMI (%p/p)	CMB (%p/p)
S. aureus	27 ± 2	0,20	0,20
E. coli	26 ± 2	0,20	0,20
Aceite esencial orégano			
	Diámetro Inhibición	CMI	CMB
S. aureus	40 ± 1	0,20	0,25
E. coli	38 ± 3	0,20	0,25

El EG es un compuesto fenólico que se encuentra principalmente en el clavo, su actividad antimicrobiana al igual que la del AEO es atribuida principalmente a su hidrofobicidad, la cual permite la separación de los lípidos de la membrana celular y de la mitocondria, desacoplando la estructura y tornándola mas permeable, lo que permite la filtración de iones y otros contenidos celulares [9]–[12].

2.2 Caracterización de los empaques biodegradables

La incorporación de los compuestos activos, EG y AEO en diferentes concentraciones no afecto significativamente el aspecto visual de los empaques biodegradables (Figura 1), siendo estos traslúcidos con leve tono amarillo.

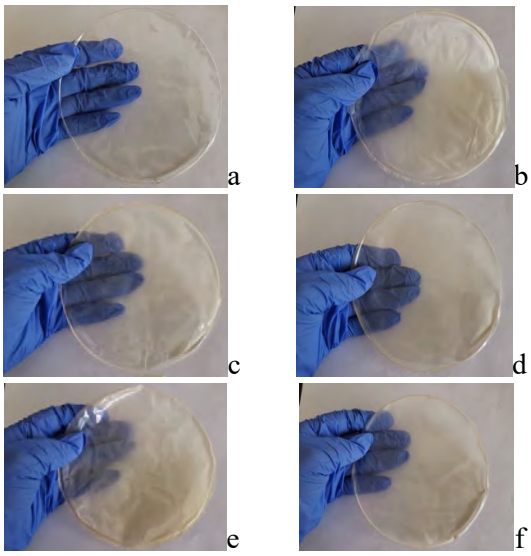


Figura 1. Aspecto visual de los empaques biodegradables con diferentes concentraciones de compuestos activos. a) F1: Sin compuesto activo, b) F2: 1,00% EU, c) F3: 0,75% EU + 0,25% AEO, d) F4: 0,50% EU + 0,50% AEO, e) F5: 0,25% EU + 0,75% AEO, f) F6: 1,00% AEO

Las formulaciones desarrolladas de EB con diferentes concentraciones de compuestos activas fueron efectivas contra las bacterias analizadas (Tabla 3). Esta actividad, no se atribuye solamente al EG y AEO, sino también al quitosano, el cual ha demostrado actividad antimicrobiana [2], [3], [13], y se evidencia en la F1 (Gelatina-Quitosano, Sin compuestos activos) que inhibe el crecimiento de *E.coli*. Las formulaciones que presentaron una mayor actividad frente a las dos bacterias fueron la F4 (0,50% EU + 0,50% AEO) y F5 (0,25% EU + 0,75% AEO), lo que indica que posiblemente hay un sinergismo entre los compuestos activos y el quitosano que potencializa la actividad antimicrobiana, permitiendo emplear este tipo de materiales para la conservación de alimentos, principalmente los contaminados por enterobacterias.

Tabla 3. Resultados de la actividad antimicrobiana de los empaques biodegradables con adición de compuestos activos

	Diámetro de inhibición (mm)	
	S. aureus	***E. coli***
F1	$0,0 \pm 0,0^{a}$	$37,0 \pm 2,2^{abc}$
F2	$31,0 \pm 1,4^{c}$	$32,8 \pm 0,5^{a}$
F3	$26,0 \pm 3,6^{b}$	$33,5 \pm 0,5^{ab}$
F4	$33,3 \pm 4,5^{cd}$	$39,8 \pm 5,6^{cd}$
F5	$36,8 \pm 1,0^{d}$	$44,3 \pm 3,9^{d}$
F6	$0,0 \pm 0,0^{a}$	$38,5 \pm 3,7^{bc}$

a,b letras minúsculas diferentes en la misma columna indican diferencia significativa al 95% entre las formulaciones

Las propiedades físicas de los EB son afectadas principalmente por la adición de compuestos hidrofóbicos como los aceites esenciales [1], [2], [14]. La humedad, solubilidad y PVA no presentó diferencias significativas entre F1 y F2, es decir, la incorporación de EU al 1% a la matriz biopolimérica no tiene ningún impacto tecnológico. Por otro lado, la adición de AEO en diferentes proporciones aumenta la solubilidad de los EB y disminuye la PVA, pasando de $0,415 \pm 0,021$ a $0,330 \pm 0,028$ $(g*mm)/(m^2*h*KPa)$ (Tabla 4).

Tabla 4. Propiedades físicas de los empaques biodegradables con adición de compuestos activos

	Humedad (%)	**Solubilidad (%)**	**PVA (g*mm)/(m²*h*KPa)**
F1	$9,75 \pm 1,25^{a}$	$33,65 \pm 1,02^{a}$	$0,415 \pm 0,021^{c}$
F2	$8,61 \pm 2,32^{a}$	$33,09 \pm 0,16^{a}$	$0,415 \pm 0,007^{c}$
F3	$21,30 \pm 2,16^{b}$	$35,80 \pm 1,15^{b}$	$0,380 \pm 0,014^{bc}$
F4	$19,89 \pm 2,03^{b}$	$38,19 \pm 1,10^{c}$	$0,375 \pm 0,021^{abc}$
F5	$21,10 \pm 0,79^{b}$	$36,40 \pm 0,56^{b}$	$0,335 \pm 0,021^{ab}$
F6	$18,30 \pm 1,43^{b}$	$39,08 \pm 0,73^{c}$	$0,330 \pm 0,028^{a}$

a,b letras minúsculas diferentes en la misma columna indican diferencia significativa al 95% entre las formulaciones

En términos tecnológicos, aunque se presentaron diferencias significativas entre las formulaciones, tanto la humedad, solubilidad y PVA no fueron alteradas sustancialmente, es decir, estas propiedades permanecen sin modificaciones [1], [3].

2.3 Aplicación en el alimento

Para la aplicación de los EB en queso fresco, fueron seleccionadas las formulaciones F1 (Sin compuestos activos), F4 y F5 por presentar la mejor actividad antimicrobiana, y una muestra control (Sin EB).

La carga microbiana inicial de *Coliformes totales* en las muestras de queso fresco es alta, posiblemente por mala manipulación y conservación tanto de las materias primas como del producto terminado. Las formulaciones F4 y F5 presentaron una disminución significativa de *Coliformes totales* en los primeros 10 días de almacenamiento del producto, reduciendo en 3 escalas logarítmicas, con relación a la muestra control (Figura 2). Estos resultados concuerdan con la actividad antimicrobiana que presentaron los EB frente a *E.coli*.

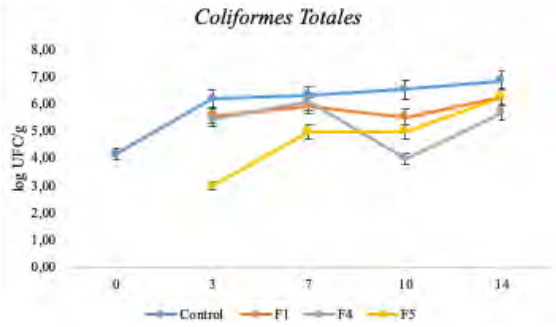


Figura 2. Actividad antimicrobiana de los empaques biodegradables frente a *Coliformes totales* en queso fresco durante el periodo de almacenamiento

Con relación a *S. aureus*, se evidencia un rápido crecimiento durante los 14 días de almacenamiento en la muestra control. Las tres formulaciones de EB exhiben actividad frente a este microorganismo, principalmente del día 7 al 14, reduciendo al final del periodo de almacenamiento 2 escalas logarítmicas (Figura 3), posiblemente por una liberación controlada de los compuestos activos retenidos en la matriz biopolimérica (Gelatina – Quitosano) y al sinergismo que puede existir entre EG, AEO y Quitosano como agentes antimicrobianos [1], [3], comportamiento similar que presentaron los EB en el análisis de actividad antimicrobiana.

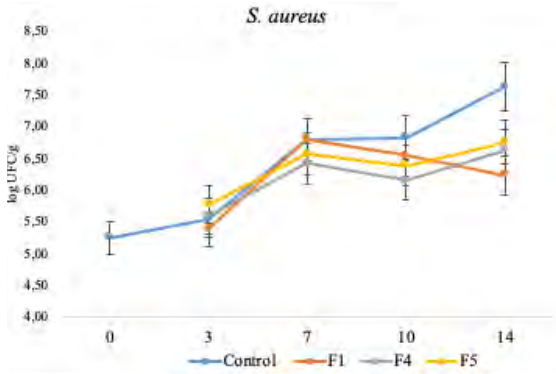


Figura 3. Actividad antimicrobiana de los empaques biodegradables frente a *S. aureus* en queso fresco durante el periodo de almacenamiento

El mayor crecimiento microbiano en el queso fresco se evidenció para *Aerobios mesófilos* (Superior a 8 log UFC/g); posiblemente por contaminación inicial de las materias primas o del producto final, así como un tratamiento térmico deficiente o nulo, condiciones inadecuadas de tiempo/temperatura durante su almacenamiento antes y después del análisis con los EB [1], [3], [15], aunque, el uso de estos como medio de conservación permitió disminuir la carga en 2 escalas logarítmicas hasta el día 14 (Figura 4).

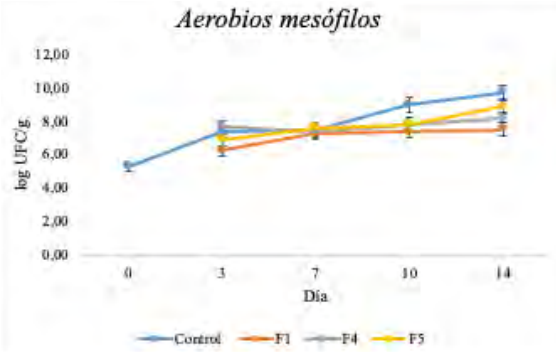


Figura 4. Actividad antimicrobiana de los empaques biodegradables frente a *Aerobios mesófilos* en queso fresco durante el periodo de almacenamiento

El queso fresco tiene un alto contenido de agua, la cual posiblemente es retenida por los EB que tienen un comportamiento hidrofílico debido a la naturaleza de las macromoléculas empleadas en la solución formadora de películas (SFP): Gelatina y Quitosano. La cantidad de compuestos hidrofóbicos adicionados a la SFP es muy baja,

1%, lo cual no es significativo para evitar la absorción de humedad por parte del EB (Figura 5).

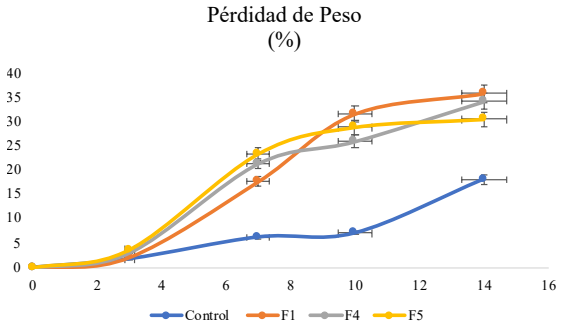


Figura 5. Pérdida de peso del queso fresco acondicionado con empaques biodegradables durante el periodo de almacenamiento

Aunque este tipo de materiales exhibe un gran potencial por la actividad antimicrobiana, a nivel industrial se debe verificar las pérdidas económicas que implican la disminución de peso del producto principalmente después de 3 días de almacenamiento.

III. CONCLUSIONES

La incorporación de compuestos activos con carácter hidrofóbico mejoran las propiedades físicas de los empaques biodegradables, principalmente a la permeabilidad al vapor de agua. Así mismo, compuestos con actividad antimicrobiana como el aceite esencial de orégano, el eugenol y el quitosano, confieren a estos materiales biodegradables características importantes para ser empleados en la conservación de alimentos, caso específico, queso fresco. El balance entre los compuestos activos provee una sinergia entre los mismos, potencializando las capacidades antimicrobianas y disminuyendo su incorporación en las matrices biopoliméricas.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por la financiación del proyecto en el marco de la Convocatoria Interna 007.

REFERENCIAS

[1] L. M. Reyes, M. Landgraf, and P. J. A. Sobral, "Gelatin-based films activated with red propolis ethanolic extract and essential oils," *Food Packag. Shelf Life*, vol. 27, p. 100607, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.fpsl.2020.100607.

[2] J. Bonilla, T. Poloni, R. V. Lourenço, and P. J. A. Sobral, "Antioxidant potential of eugenol and ginger essential oils with gelatin/chitosan films," *Food Biosci.*, vol. 23, pp. 107–114, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.fbio.2018.03.007.

[3] J. Bonilla and P. J. A. Sobral, "Investigation of the physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of gelatin-chitosan edible film mixed with plant ethanolic extracts," *Food Biosci.*, vol. 16, pp. 17–25, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.fbio.2016.07.003.

[4] N. Gontard, S. Guilbert, and J.-L. Cuq, "Edible Wheat Gluten Films: Influence of the Main Process Variables on Film Properties using Response Surface Methodology," *J. Food Sci.*, vol. 57, no. 1, pp. 190–195, Jan. 1992, doi: 10.1111/j.1365-2621.1992.tb05453.x.

[5] C. M. Bitencourt, C. S. Fávaro-Trindade, P. J. a. Sobral, and R. a. Carvalho, "Gelatin-based films additivated with curcuma ethanol extract: Antioxidant activity and physical properties of films," *Food Hydrocoll.*, vol. 40, pp. 145–152, Oct. 2014, doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.02.014.

[6] A. M. Youssef, S. M. EL-Sayed, H. S. EL-Sayed, H. H. Salama, and A. Dufresne, "Enhancement of Egyptian soft white cheese shelf life using a novel chitosan/carboxymethyl cellulose/zinc oxide bionanocomposite film," *Carbohydr. Polym.*, vol. 151, pp. 9–19, Oct. 2016, doi: 10.1016/j.carbpol.2016.05.023.

[7] J. T. Martins, M. A. Cerqueira, B. W. S. Souza, M. do Carmo Avides, and A. A. Vicente, "Shelf Life Extension of Ricotta Cheese Using Coatings of Galactomannans from Nonconventional Sources Incorporating Nisin against Listeria monocytogenes," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 58, no. 3, pp. 1884–1891, Feb. 2010, doi: 10.1021/jf902774z.

[8] M. A. Cerqueira, A. M. Lima, B. W. S. Souza, J. A. Teixeira, R. A. Moreira, and A. A. Vicente, "Functional Polysaccharides as Edible Coatings for Cheese," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 57, no. 4, pp. 1456–1462, Feb. 2009, doi: 10.1021/jf802726d.

[9] E. Bosquez-Molina, E. R. Jesús, S. Bautista-Baños, J. R. Verde-Calvo, and J. Morales-López, "Inhibitory effect of essential oils against Colletotrichum gloeosporioides and Rhizopus stolonifer in stored papaya fruit and their possible application in coatings," *Postharvest Biol. Technol.*, vol. 57, no. 2, pp. 132–137, Aug. 2010, doi: 10.1016/j.postharvbio.2010.03.008.

[10] M. D. L. Ramos-garcía *et al.*, "Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas

Antimocrobial Compounds Added in Edible Coatings for Use in Horticultural Products," pp. 44–57, 2010.

[11] L. . Reyes, "Produção, caracterização e estudo da estabilidade de filmes à base de gelatina e extrato de própolis vermelha enriquecidos com óleos essenciais de manjericão (Ocicum basilicum), cravo (Syzygium aromaticum) ou hortelã (Mentha piperita).," Universidade de Sao Paulo, 2017.

[12] E. Bósquez-Molina, S. Bautista-Baños, and J. Morales-López, "Aceites esenciales: bioconservadores con alto potencial en la industria alimentaria," *Ind. Aliment.*, vol. 31, no. 1, pp. 12–24, 2009.

[13] R. C. Goy and R. B. Filho, "Estudos de inibição do crescimento bacteriano pela ação de filmes de quitosana e própolis.pdf," *Embrapa Instrumentação*, vol. 1, no. 1, pp. 109–111, 2013.

[14] E. M. C. Alexandre, R. V. Lourenço, A. M. Q. B. Bittante, I. C. F. Moraes, and P. J. do A. Sobral, "Gelatin-based films reinforced with montmorillonite and activated with nanoemulsion of ginger essential oil for food packaging applications," *Food Packag. Shelf Life*, vol. 10, pp. 87–96, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.fpsl.2016.10.004.

[15] S. Benavides, R. Villalobos-Carvajal, and J. E. Reyes, "Physical, mechanical and antibacterial properties of alginate film: Effect of the crosslinking degree and oregano essential oil concentration," *J. Food Eng.*, vol. 110, no. 2, pp. 232–239, May 2012, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.05.023.

Plan de mejora una oportunidad para fortalecer condiciones higiénico sanitarias y de inocuidad en la producción de alimentos.

Daissy Janeth Toro Ordoñez
Ingeniería de Alimentos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
daizzy.ordonez@gmail.com

Clemencia Alava Viteri
Ingeniería de Alimentos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
clemencia.alava@unad.edu.co

Resumen **-**

El documento presenta los resultados obtenidos en el desarrollo de un trabajo de grado del programa de Ingeniería de Alimentos cuyo objetivo fue asegurar la inocuidad de los productos elaborados en la empresa colombiana pasabocas Meloso y cumplir con los requisitos contenidos en el acta de Inspección, Vigilancia y Control (IVC) que aplica el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA que tiene como una de sus funciones velar por el cumplimiento de las condiciones sanitarias y de la legislación alimentaria vigente. Se realizó un diagnóstico, a partir del análisis del puntaje alcanzado en el acta de visita. Este diagnóstico llevó a realizar un análisis de peligros para las líneas de producción maní con sal y maní dulce confitado; el cual se tomó como base para elaborar un plan de mejora y un plan de trazabilidad. Los resultados obtenidos se expresan como parámetros porcentuales utilizados para realizar una comparación entre el estado inicial de la empresa y un estado final después de haber aplicado el plan de mejora, estableciendo progreso en el cumplimiento de los requisitos referentes a la resolución 2674 de 2013 relativa a condiciones sanitarias para la fabricación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos. Para determinar los avances obtenidos en el porcentaje de cumplimiento, se realizó una comparación entre la visita del INVIMA y una auditoría interna realizada por un profesional externo. Se obtuvo un incremento en el cumplimiento de condiciones sanitarias del 31.45% pasando del 67% al 97,62%.

Palabras clave— Buenas prácticas de manufactura, inocuidad, plan de mejora, procesos de alimentos.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se tuvo en cuenta información teórica relacionada con buenas prácticas de manufactura, calidad e inocuidad de los alimentos y la Resolución 2674 de 2013 expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Se realizó un diagnóstico de las condiciones sanitarias de la empresa Pasabocas Meloso teniendo en cuenta los aspectos evaluados, las observaciones y calificación obtenida en el acta de visita de inspección sanitaria que levantó el Instituto de Vigilancia y Control de Medicamentos y Alimentos INVIMA. La calificación que puede obtenerse para cada aspecto evaluado puede ser de 0 (no cumple) – 1 (cumple parcialmente) – 2 (cumple totalmente), NO (no observado) y NA (no aplica). La información se presentó en tablas y gráficos que permitieron evidenciar el estado de las condiciones sanitarias de la empresa y determinar los aspectos desfavorables que fueron llamados como oportunidades de mejora tomados como insumo para plantear acciones correctivas y preventivas para favorecer las condiciones de procesamiento de alimentos en la empresa.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados obtenidos en la inspección sanitaria: El acta de visita evaluó 6 aspectos: instalaciones físicas, condiciones de saneamiento, personal

manipulador de alimentos, requisitos higiénicos de fabricación, condiciones de proceso y fabricación, aseguramiento y control de la calidad. Los resultados obtenidos se expresan en porcentaje de cumplimiento de acuerdo al criterio de evaluación consignado en el acta de visita para la empresa Pasabocas Meloso y se presentan en la figura 1. Se tiene que el máximo de puntos posibles que se obtiene es de 200; en donde, la empresa alcanzó un puntaje de 151 puntos correspondiente al 67% de cumplimiento y pendiente por alcanzar 49 puntos equivalentes al 33%, considerado como insumo para plantear oportunidades de mejora. En la figura 1. Se observa el porcentaje de cumplimiento para los aspectos evaluados en la visita. Los puntajes más bajos fueron para aseguramiento y control de calidad con 29% de cumplimiento y personal manipulador de alimentos con 42%. Los puntajes más altos se obtuvieron para condiciones de saneamiento con 93% de cumplimiento y condiciones de proceso y fabricación con 76%; con valores intermedios están instalaciones físicas y requisitos higiénicos de fabricación con un 71% y 76% respectivamente.

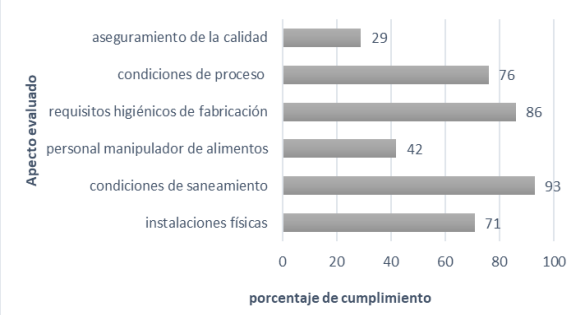


Figura 1. Porcentaje de cumplimiento para los aspectos evaluados en el acta de visita para la empresa Pasabocas Meloso

Los resultados indican que la planta no cuenta con un proceso secuencial para la línea de producción como tampoco una adecuada separación física en las diferentes áreas de fabricación representando un riesgo de que se presente contaminación cruzada. No se cuenta con documentación escrita que detalle procedimientos encaminados a mantener condiciones de saneamiento adecuadas limitando el seguimiento y verificación a través de formatos y registros. Se encontró que no se cuenta con un plan de capacitación actualizado para el manipulador de alimentos por lo que se considera que pueden ocurrir practicas inadecuadas de manipulación y fabricación afectando la inocuidad de los alimentos por desconocimiento de temas relacionados con Buenas Prácticas de Manufactura e inocuidad. En cuanto a los requisitos higiénicos de fabricación no se encontraron fichas técnicas ni registros escritos para control de calidad de materias primas e insumos, envases y embalajes; ocasionando que no se cuente con un punto de referencia para la inspección y control, situación que también se considera un posible factor de riesgo en la contaminación del alimento. Al respecto, cuando no se dispone de manuales, catálogos, guías o instrucciones, procedimientos escritos ni registros o criterios de aceptación, liberación y rechazo puede presentarse sería afectación en la inocuidad de los alimentos porque no se tiene el control de la producción con apoyo de documentación confiable. Lo anterior se constituyó en una oportunidad para diseñar e implementar un plan de mejora teniendo en cuenta los resultados obtenidos y tomando como referente el ciclo PHVA: Planear (P), Hacer (H), Verificar (V), Actuar (A). Su utilización permite; identificar el problema, analiza sus causas, evalúa alternativas de solución, tomar decisiones y verificar si el proceso realizado dio resultado de lo contrario nuevamente se recopila información y se analizan las causas volviendo al ciclo ya que el ciclo PHVA, es un ciclo sin fin. [1].

El planear (P) permitió identificar la información disponible tomando en cuenta el porcentaje de cumplimiento para los aspectos evaluados, las observaciones presentadas por el organismo de control y considerando, además, la seguridad de la producción, los recursos necesarios, tiempo requerido e indicadores de cumplimiento. En el hacer (H) se desarrollaron manuales de procedimientos, programas del Plan de Saneamiento Básico, plan de capacitación para manipuladores de alimentos, plan de muestreo, programa de mantenimiento y calibración de equipos, diseño de fichas técnicas para producto terminado, formatos de registros para el seguimiento y verificación de lo establecido en la documentación. Así como también, se propuso el rediseño de espacios, ubicación de equipos teniendo en cuenta que la secuencia de producción no ocasione contaminación cruzada ni cuellos de botella en la producción. La verificación (V) consistió en realizar una validación de las acciones que se plantearon en el plan de mejora, que se pusieron en marcha y los indicadores de cumplimiento formulados. El actuar (A) correspondió a las oportunidades de mejora que surgen de la verificación y que se contemplan en el mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad e inocuidad.



Figura 2. Ciclo PHVA en la formulación del plan de mejora para la empresa Pasabocas Meloso

Resultados obtenidos con la implementación del plan de mejora propuesto: El plan de mejora fue planteado para cada uno de los aspectos evaluados. En ese sentido, los recursos financieros y de infraestructura incidieron en los avances que se presentaron acerca de las instalaciones físicas por lo que se inició con la adecuación de los espacios y reubicación de equipos de manera que mantuvieran un orden lógico y secuencial de acuerdo a como se suceden las etapas del proceso con el fin de evitar contaminación cruzada y cuellos de botella en la producción [2]. También se proyectó adecuar un espacio para para el consumo de alimentos y descanso de sus empleados (área social). Fue una acción que se proyectó culminar a largo plazo por la necesidad de realizar obras que comprometen reestructuraciones locativas con necesidad de espacios más amplios. En cuanto a las condiciones de saneamiento, las acciones que se presentaron tuvieron que ver con el desarrollo de documentación relativa a programas de limpieza y desinfección, control de plagas, agua potable y manejo de residuos sólidos y líquidos. La documentación incluyó el diseño de formatos de registro, selección de productos para limpiar, desinfectar, controlar plagas y otros que tienen que ver con las condiciones de saneamiento. En ese sentido, los planes de saneamiento básico constituyen una medida preventiva para el mejoramiento y mantenimiento de condiciones sanitarias con el fin de disminuir el riesgo de contaminación de alimentos a través del diseño e implementación de planes y programas que incluyan procedimientos operativos estandarizados de sanetización que describan las acciones que se deben hacer, como hacerlo, cuando y los materiales necesarios y responsables de la acción y verificación [3]. Estos procedimientos se sustentan en lo establecido en Resolución 2674 de 2013 [4]. En lo relacionado con educación y capacitación se consideró como oportunidad para vincular y comprometer al manipulador de alimentos en la adopción de un desempeño responsable de sus funciones teniendo en cuenta las implicaciones que se tiene en la producción de alimentos prácticas inadecuadas en la producción de alimentos. Se diseñó e implementó un plan de capacitación continua y permanente considerando metodología, contenidos, tiempo, cronograma, sistema de evaluación e idoneidad del capacitador. En cuanto a condiciones de proceso y fabricación se establecieron como acciones prioritarias, la actualización de fichas técnicas de materias primas, insumos y producto terminado para tener como parámetro de referencia en la evaluación de la calidad de los productos fabricados. También se desarrolló el programa de mantenimiento de equipos como una herramienta de apoyo en la producción por lo que permite garantizar la continuidad en los procesos contribuyendo también, con su calidad. Otro aspecto que evalúa la inspección sanitaria tiene que ver con los requisitos higiénicos de fabricación, en ese sentido, se consideró desarrollar procedimientos y registros de control de calidad para materias primas, insumos y producto terminado y el diseño e implementación de un plan de trazabilidad como herramienta que permitió establecer protocolos para el seguimiento de la línea de producción identificando puntos de rastreo hacia atrás, en proceso y hacia delante de manera que sea posible tener información suficiente para ser tomada como insumo en la identificación de acontecimientos que afectan la calidad del producto ocasionando devoluciones que requieren ser evaluadas para identificar su destino final como reproceso, cambio de empaque o baja [5]. El aseguramiento de la calidad, contempló levantamiento de procedimientos escritos para las líneas de producción; por medio de diagramas de flujo, descripción de etapas del proceso y fichas técnicas de los productos. Lo anterior permitió un mayor conocimiento y dominio de las líneas de producción y control por parte del personal operativo, contribuyendo en la calidad del producto terminado. El plan de mejora formulado aportó sustancialmente al cumplimiento de los requerimientos indicados en el acta de visita, por lo que permitió ajustar errores en la producción, actualizar y complementar la documentación propia del sistema de gestión de calidad e inocuidad, fortalecer el conocimiento de los manipuladores de alimentos en buenas prácticas de manufactura e inocuidad, contar con parámetros de referencia para estandarizar y monitorear los procesos, controlar las devoluciones y también a identificar las oportunidades para fortalecer permanentemente la producción de la factoría. Lo anterior se observa en la tabla 1. Que indica un incremento en el porcentaje de cumplimiento de los aspectos evaluados del 31,45% comparando el diagnóstico inicial con el final una vez que se implementó lo propuesto en el plan de mejora. Se observa en la tabla 1 que cuatro de los aspectos

evaluados alcanzaron el cumplimiento del 100% correspondiente a condiciones de saneamiento, personal manipulador, condiciones de proceso y fabricación y requisitos higiénicos de fabricación. Muy próximos al 100% está lo concerniente a instalaciones físicas y aseguramiento y control de la calidad mostrando la efectividad en el plan de mejora que se propuso para la empresa Pasabocas Meloso.

Tabla 1. Comparativo del cumplimiento de los ítems del acta de Inspección, Vigilancia y Control de la empresa Pasabocas Meloso antes y después de aplicar el plan de mejoramiento.

Aspectos verificados Acta de visita de IVC	Antes del plan de mejora	Después de implementar plande mejora	Incremento con implementación plan de mejora
			Porcentaje de cumplimiento
Instalaciones físicas	71%	92,86%	21,86%
Condiciones de saneamiento	93%	100%	7%
Personal manipulador de alimentos	42%	100%	58%
Condiciones de proceso y fabricación	86%	100%	14%
Requisitos higiénicos de fabricación	76%	100%	24%
Aseguramiento y control de la calidad	29%	92,86%	63,86%
TOTAL	67%	97,62%	31,45%

III. CONCLUSIONES

El diagnóstico inicial registrado en el acta de visita permitió establecer el estado de condiciones higiénicas y sanitarias como principal insumo para formular un plan de mejora teniendo en cuenta el cumplimiento de legislación alimentaria, recursos disponibles, prioridad de la situación encontrada y la incidencia en la inocuidad de los alimentos procesados.

El diseño e implementación del plan de mejora permitió plantear y realizar acciones correctivas y preventivas posibilitando el control de los factores de riesgo identificados para las líneas de producción de Pasabocas Meloso y el mejoramiento de las condiciones del proceso.

La metodología definida para la propuesta del plan de mejora teniendo en cuenta el ciclo PHVA además del aporte desde la Ingeniería de Alimentos fueron definitivos para que la empresa Pasabocas Meloso tuviera resultados positivos incrementando los porcentajes de cumplimiento para cada uno de los aspectos evaluados en el acta de visita de las condiciones higiénico sanitarias levantada por el INVIMA.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento de los autores a la empresa PASABOCAS MELOSO quien brindó la oportunidad para desarrollar el proyecto con disposición para acceder a la información y asertividad en todas las acciones que se plantearon.

REFERENCIAS

[1] Alayo, R & Becerra, A. (2013). Elaboración e implementación de un plan de mejora continua en el área de producción de agroindustrias KAIZEN. https://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20132_1.pdf

[2] Pin Ramírez, L. A., & Valarezo Valarezo, R. F. (2017). *Tesis*. Recuperado a partir de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20813.

[3] JA Narváez Estrada (2018). Acompañamiento al desarrollo del plan de saneamiento básico en restaurantes infantiles del programa Buen comienzo asociados a la Cooperativa COOMEI. [Tesis de pregrado Corporación Universitaria Lasallista]. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2485/1/Acompanamiento_plan_SaneamientoBasicoRestaurantes.pdf

[4] Resolución 2674 de 2013. Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto de Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. Bogotá. Ministerio de protección social. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. (2013).

[5] Lemus, V. Z., *et al.* (2017). *Propuesta de un plan de mejora y un plan de trazabilidad para la Panificadora Gabriel.* [Curso de Profundización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/20702.

Estrategias de innovación en la creación de nuevos productos a partir de los residuos y subproductos de las industrias alimentarias

Mery Leticia Ramírez Hernández
Estudiante Ingeniería de Alimentos
Semillero de Investigación Innovation Project Team
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Correo electrónico: mlramirezh@unadvirtual.edu.co

Heidy Lorena Gallego Ocampo
Cadena de formación Ingeniería de Alimentos,
Especialización en Procesos de Alimentos y Biomateriales
Universidad Nacional Abierta ya Distancia UNAD
Correo electrónico: heidy.gallego@unad.edu.co

Karla Nathalia Triana Ortiz
Cadena de Formación Industrial
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería,
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, Colombia
Correo electrónico: karla.triana@unad.edu.co

Ronald Rojas Alvarado
Programa Maestría en Gerencia de Proyectos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,
Correo electrónico: ronald.rojas@unad.edu.co

Resumen – Los subproductos o residuos generados de las actividades agroalimentarias no son debidamente aprovechados, por lo que se requiere validar prácticas innovadoras que articulen los componentes productivos, tecnológicos y la investigación científica, lo cual contribuye al fortalecimiento de la economía circular y a la conservación de la biodiversidad, ya que los subproductos y residuos alimentarios pueden ser fácilmente aprovechados para la elaboración de nuevos productos con valor agregado.

Se presenta una revisión bibliográfica de las estrategias de innovación utilizadas por organizaciones colombianas en la modalidad de aprovechamiento de residuos y subproductos provenientes de las empresas alimentarias. También se realiza una pequeña compilación de modelos y experiencias globales, nacionales y locales referentes a la temática de estudio teniendo en cuenta los impactos en el desarrollo económico, cultural y ecológico.

Palabras claves: Innovación, aprovechamiento, subproductos, residuos, industria alimentaria

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realiza mediante una búsqueda sistemática en las bases de datos *Scopus* y *Science Direct, Google Scholar, Scielo*, teniendo en cuenta diferentes tipos de documentos científicos como: artículos de revisión e investigación, para lo cual se establecieron tres fases: revisión, análisis de la información y documentación.

La búsqueda sistémica permite identificar las metodologías utilizadas para la implementación de estrategias de innovación en la creación de nuevos productos a partir de los residuos y subproductos de las industrias alimentarias en Colombia teniendo en cuenta la viabilidad técnica, económica y ambiental asociada al tema y a los principios de eficiencia, eficacia y efectividad que generen una sostenibilidad ambiental.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra la aplicación de las inclusiones y exclusiones de los artículos encontrados tras eliminar los documentos que no cumplían con los criterios específicos de búsqueda, resultando 31 documentos a evaluar, de los cuales 20 son referentes nacionales y 11 internacionales.

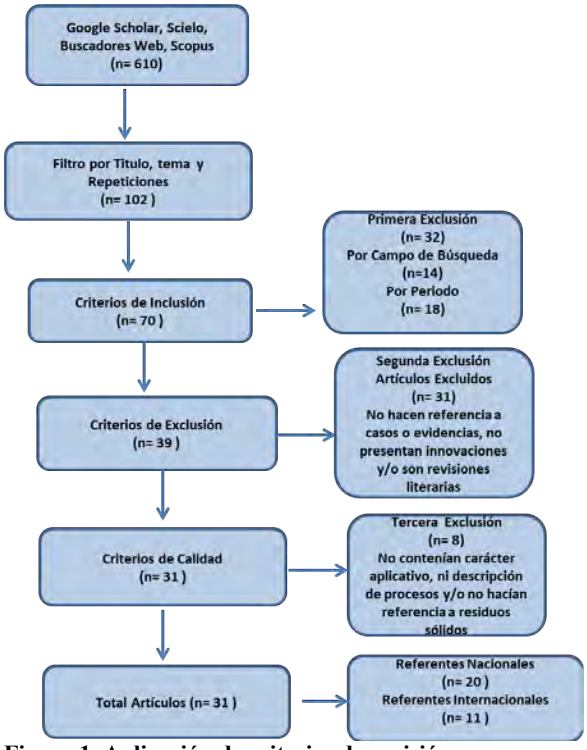


Figura 1. Aplicación de criterios de revisión

A. Identificación de metodologías de creación y desarrollo de productos innovadores en Colombia

De los 31 documentos evaluados se identificaron metodologías para el aprovechamiento de los residuos agroindustriales, según la valoración biológica y química, la capacidad calorífica y de combustión, características inherentes al tipo de residuo utilizado. Cada una de estas metodologías se han aplicado teniendo en cuenta que "el aprovechamiento de los residuos es una alternativa que impulsa el desarrollo de tecnologías orientadas hacia una transformación sustentable de los recursos naturales", por lo que las estrategias de creación y de desarrollo de nuevos productos debe servirse de los beneficios que suponen los componentes presentes en cada uno de los residuos y subproductos utilizados.

Teniendo como principio lo anterior, a continuación se presenta los tres enfoques dados a la reutilización de los residuos agroindustriales [1]:

1. Valoración biológica y química: Según la composición química de los residuos agroindustriales, estos se pueden utilizar para la producción de materias primas como pectinas, enzimas, aceites esenciales, fibra dietaria (alimento para animales y humanos), sustratos para hongos comestibles, obtención flavonoides y carotenoides. También pueden ser útiles para tratamientos biológicos como el compostaje o la lombricultura.
2. Producción de gases de combustión, comúnmente llamados biogás.
3. Capacidad calorífica: La capacidad calorífica de los residuos orgánicos es aprovechada mediante la incineración y la pirólisis, cuyo principal objetivo es la generación de calor para ser aprovechada en otros procesos industriales, mientras se reduce el volumen de los residuos.

Los residuos que más se reutilizan para la obtención de suplementos alimenticios son los provenientes de los cultivos y cadenas productivas de las frutas y verduras (cáscaras, semillas), café, caña de azúcar, cascarillas de arroz y trigo, del plátano se aprovecha las cáscaras, tallos y hojas, además de los residuos orgánicos mezclados obtenidos de las plazas y centros mayoristas de mercado. En este sentido, Guzmán y Gómez, 2019, desarrollaron en el departamento del Atlántico una alternativa biotecnológica para la obtención de un suplemento para alimentación bovina mediante ensilado de mango, teniendo en cuenta los resultados arrojados del análisis proximal y contenido nutricional en términos de proteína, fibra y cenizas, ya que la pasta de mango posee valores nutricionales contiene 7.19% de proteína,

11.85% de fibra cruda y 3.11% de extracto etéreo [2].

B. Metodologías utilizadas para la generación de bioenergéticos

Partiendo desde el concepto mismo de la bioenergía, la cual se define, como la manera de generar energía proveniente de la biomasa a partir de sus propiedades termoquímicas, se ha generado biogás, bioetanol, biodiesel, alcoholes, energía eléctrica, etc. [3]. En la Tabla **1** se puede apreciar las tres estrategias encontradas en la búsqueda biográfica

Tabla 1. Metodologías implementadas para la generación de bioenergéticos

Autor	Titulo	Metodologías/Estrategias
Buitrago y Vega, 2018 [4]	Propuesta de diseño de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la producción de biogás en la mina quebrada azul Ltda, Chivor-Boyacá.	La metodología empleada fue transformar residuos sólidos orgánicos alimenticios como tamo del arroz y del trigo, tallos del maíz, cáscaras de papa, algas marinas y alfalfa para combinarlo con otros residuos orgánicos como estiércol y pasto para generación de biogás a través de un biodigestor de tipo Taiwán.
Siatoya y Arce, 2019 [5]	Aprovechamiento de los residuos generados en la plaza de mercados de corabastos para la elaboración de productos de valor agregado: contexto actual, perspectiva y posibles soluciones	La estrategia presentada fue la generación de productos de valor agregado como: fertilizantes y energía eléctrica a partir de biogás, en este caso, se utilizó un mezclador o reactor CSTR en el cual se generaron las etapas de hidrólisis y acidogénesis. **Energía eléctrica por gasificación**: Los residuos sólidos son sometidos a molienda para su posterior deshidratación, una vez deshidratados, se ingresan al reactor de conversión de gasificación a 600-800°C, el gas de combustión obtenido se enfría y pasa por un filtro cerámico para eliminar impurezas. Los otros productos propuestos fueron: acetona, butanol, etanol, colorante en polvo, bioaceite, bioetanol, vainillina, furfural, alcohol furfurílico, ácido glutámico.
Rojas et al., 2018 [6]	Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales	Propuesta para generación de materias primas a partir de cáscara de guanábana, cáscara de maracuyá, cáscara de piña, cáscara de lulo, semilla de naranja, semilla de mandarina, cáscara y semillas de uva, escobajos y sarmiento de uva, cáscara y vástago de tomate de árbol, estopa de coco, borra de café, cáscara de plátano, cáscara de fruto del árbol de pan y cáscara de almendra, semilla del fruto del árbol de pan, los cuales se pueden utilizar muy bien para procesos termoquímicos, industria farmacéutica, cosmética y para generar vapor.

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada.

C. Productos biodesechables y papel

A nivel industrial se utiliza el bagazo de caña de azúcar para producir papel, en Colombia, la empresa pionera de este tipo de desarrollo es Carvajal SA., la cual a partir del bagazo, además de fabricar papel, produce cajas de cartón y vasos desechables, reduciendo el 9.3% el consumo de agua y en un 13.5% el de energía, al mismo tiempo que disminuyen las emisiones de CO_2 derivadas del proceso de fabricación de papeles blancos tradicionales [7].

Otra empresa que se destaca por su desarrollo industrial es GREEN CUTLERY, la cual por medio de procesos de extracción y modificación química convierten los biopolímeros vírgenes presentes en la semilla de aguacate en termoplásticos y luego en resinas biodegradables para la fabricación y comercialización de cubiertos y pitillos [8].

A nivel artesanal se aprovechan los residuos vegetales de pétalos de rosas, tallos de girasol y vástago de plátano para la fabricación artesanal de papel siguiendo los procesos tradicionales de fabricación. Sin embargo, el único punto diferenciador, es que utilizan como medio neutralizante ácido cítrico [9].

D. Productos para construcción

Numerosas investigaciones se han llevado a cabo para desarrollar productos de construcción a base de residuos agroindustriales, entre los cuales se pueden mencionar:

1. Evaluación de un biocomposito elaborado a partir de cáscara de cacao residual y polipropileno, para lo cual se mezcló la cáscara de cacao (previamente tratada con dodecil sulfato sódico (SDS)) con un polipropileno en concentraciones de 70/30, 80/20 y 90/10 de polipropileno y cáscara de cacao,Aprovechamiento de cáscara de cacao para la elaboración de un biocomposito con aplicación en la construcción sostenible. Al biocomposito obtenido se evaluó la sostenibilidad del material a través de las matrices de evaluación de las certificaciones BREEAM y LEED, donde el material tuvo un puntaje de 6/6 y 5/6 respectivamente, catalogando el material como sostenible [3].
2. Evaluación de la viabilidad del aprovechamiento de residuos orgánicos en la elaboración de ladrillos ecológicos no estructurales, mediante el análisis del comportamiento de parámetros fisicoquímicos con diferentes mezclas de residuos orgánicos como cáscaras de naranja, cascarilla de arroz, corona de pina, cuncho de café, entre otros residuos alimenticios, encontrando que es viable el uso de residuos sólidos orgánicos encapsulados en los ladrillos de tierra no estructurales [10].

E. Otros usos de los residuos agroindustriales

Por las características composicionales de los residuos agroindustriales, estos también se pueden utilizar en la industria panadera, cosmética (como los aceites esenciales, el colágeno); química (para la elaboración de acetona, butanol, etanol, colorante en polvo, bioaceites, bioetanol, vainilla, furfural, alcohol furfúrico, ácido glutámico); y para procesos termoquímicos (para la síntesis de acetato de celulosa y rayón, entre otros) [5], [6], [11]–[14].

F. Caracterización de metodologías implementadas en la creación de productos innovadores

Las metodologías basadas en el aprovechamiento de residuos alimentarios orientados a la creación y desarrollo de productos económicamente rentables que impactan la economía circular se han agrupado según los residuos utilizados y el tipo de productos desarrollados, las cuales se

presentan mediante dos enfoques: según el destino de la producción, transformación o tratamiento de cada residuo. Los enfoques seleccionados para la caracterización fueron: rediseño de productos, desarrollo de nuevas fuentes de suministros de materias primas y otros insumos e introducción de productos innovadores (ver Figura 2)

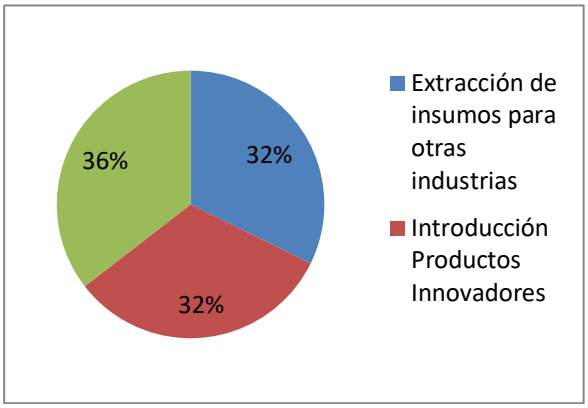


Figura 2. Enfoques metodologías identificadas. Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo de las metodologías, la mayoría se encuentran en nivel de investigación y/o prototipo, siendo menores las que se hallan en un nivel industrial y de mercado, lo que evidencia una gran ventaja para las empresas del país que deseen adoptar metodologías de este tipo. A continuación, se presenta en porcentaje el destino, proceso de transformación o tratamiento de los residuos agroindustriales (Figura 3)

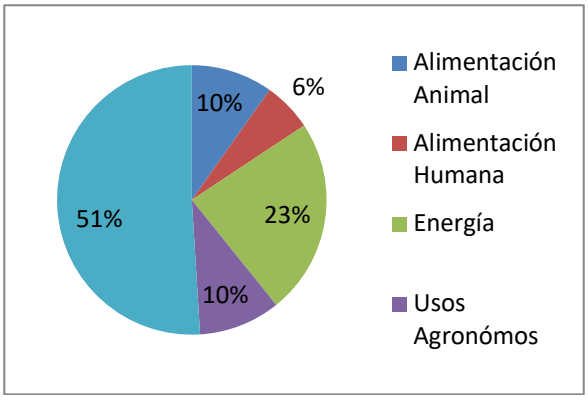


Figura 3. Destino de los residuos agroindustriales a nivel industrial

En las Tabla 2Tabla 3 Tabla 4 se muestra la caracterización de las metodologías según el tipo de residuos y subproductos que presentan oportunidad de generar valor agregado como usos industriales, energía, usos agronómicos, alimentación humana y animal.

Tabla 2. Caracterización de metodologías según enfoque rediseño de productos

		Usos Industriales									Energía					Usos Agrónomos			Alimentación Humana	Alimentación Animal
ENFOQUE	**Residuos y Subproductos utilizados**	Biofibras	Biopelículas, films biodegradables	Compuestos químicos	Microcelulosa	Bioplásticos	papel	Biocompositos /Elementos para construcción sostenible	Biopolímeros	Bioproductos cosméticos	Pellets	Bioetanol	Biodiesel	Energía térmica	Biogás	Biofertilizante	Compost	Ensilaje	Ingredientes para alimentos	Alimentación Animal
Rediseño de Productos	Residuos Frutas y Hortalizas Mixtos Centrales de abastos															x	x			
	Residuos urbanos mixtos Frutas, Verduras y Hortalizas															x				
	Residuos de Aguacate																			x
	Vástago de Plátano	x					x													
	Cáscara de Zapallo																		x	
	Residuos de Chontaduro																			x
	Residuos de Aguacate					x			x											
	Residuos de Mango																	x		x
	cáscara de Cacao						x													
	Residuos de Caña de Azúcar	x				x	x													
	Residuos de Uva																x			

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada

Tabla 3. Caracterización de metodologías según enfoque de Desarrollo de nuevas fuentes de suministros de materias primas y otros insumos (extracción de insumos para otras industrias)

		Usos Industriales									Energía					Usos Agrónomos			Alimentación Humana	Alimentación Animal
ENFOQUE	**Residuos y Subproductos utilizados**	Biofibras	Biopelículas, films biodegradables	Compuestos químicos	Microcelulosa	Bioplásticos	papel	Biocompositos/Elementos para construcción sostenible	Biopolímeros	Bioproductos cosméticos	Pellets	Bioetanol	Biodiesel	Energía térmica	Biogás	Biofertilizante	Compost	Ensilaje	Ingredientes para alimentos	Alimentación Animal
Desarrollo de nuevas fuentes de suministros de materias primas y otros insumos /Extracción de insumos para otras industrias	Residuos de la Piña			x																
	Pescados y Mariscos			x						x										x
	Residuos de Aguacate									x										
	Residuos Frutas y Hortalizas Mixtos Centrales de abastos											x	x	x	x					
	Residuos mixtos de frutas (cáscara de guanábana, cáscara de maracuyá, cáscara de piña, cáscara de lulo, semilla de naranja, semilla de mandarina, cáscara y semillas de uva, escobajos y sarmiento de uva, semilla, cáscara y vástago de tomate de árbol, estopa de coco, borra de café, cáscara de plátano									x				x						
	Residuos de Café			x							x									
	Residuos de Caña de Azúcar			x								x		x						x
	Residuos de Alcachofa			x								x	x							
	Residuos de Manzanas			x								x	x							
	Residuos de frutas cítricas (limón, naranja y mandarina)			x																

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada

Tabla 4. Caracterización de metodología según enfoque introducción de productos innovadores

ENFOQUE	Residuos y Subproductos utilizados	Usos Industriales									Energía					Usos Agrónomos			Alimentación Humana	Alimentación Animal
		Biofibras	Biopelículas, films biodegradables	Compuestos químicos	Microcelulosa	Bioplásticos	papel	Biocompositos/Elementos para construcción sostenible	Biopolímeros	Bioproductos cosméticos	Pellets	Bioetanol	Biodiesel	Energía térmica	Biogás	Biofertilizante	Compost	Ensilaje	Ingredientes para alimentos	Alimentación Animal
Introducción Productos Innovadores	cáscara de Cacao							x												
	Cáscaras De Naranja							x												
	Cascarilla de Arroz							x												
	Residuos de Café							x												
	Residuos de la Piña							x												
	Residuos de Remolacha																		x	
	Banano Descartes		x																x	
	Residuos de Alcachofa																			
	Residuos del Banano	x				x														
	Residuos de Manzanas																			

Fuente: Elaboración propia a partir de la literatura consultada

III. CONCLUSIONES

Al analizar los enfoques dados a las metodologías implementadas, se ha encontrado que las empresas colombianas se encuentran en un grado de innovación medio, a pesar que se evidencian prácticas y esfuerzos por aprovechar las características fisicoquímicas que poseen los residuos y subproductos agroindustriales. Actualmente, el aprovechamiento de los residuos orgánicos se ha orientado a la producción de compostaje, lombricultura y alimentación para animales, lo que refleja la necesidad de generar nuevas alternativas en el desarrollo de tecnologías, métodos o procesos que generen productos de valor agregado a partir de residuos sólidos agroindustriales.

Es de resaltar, que, para lograr un avance significativo en materia de innovación de productos a partir de residuos y subproductos sólidos orgánicos, es necesario primero concientizar a los ciudadanos de la importancia del buen manejo de los residuos sólidos agroindustriales para luego establecer una mayor sinergia entre las instituciones académicas, gubernamentales, el sector empresarial privado, entre otras entidades, en pro del aprovechamiento sostenible de estos residuos.

REFERENCIAS

[1] Y. A. Vargas Corredor and L. I. Peréz Pérez, "Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente," *Rev. Fac. Ciencias Básicas*, vol. V, no. 1, pp. 59–72, 2018.

[2] O. F. Guzman, G. R. Gomez Peña, and I. Burbano Caicedo, "Alternativa biotecnológica para suplementación bovina mediante ensilado de mango en el departamento del Atlántico, Colombia," *Rev. Colomb. Investig. Agroindustriales*, vol. 7, no. 1, pp. 42–57, 2019.

[3] L. M. R. González, "Aprovechamiento de la cáscara de cacao para la elaboración de un biocomposito con aplicación en la construcción

sostenible," vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.

[4] J. C. B. A. F. V. Dueñas, "Propuesta de diseño de un sistema de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para la producción de biogás en la mina quebrada azul ltda, Chivor- Boyacá.," *Univ. El Bosque*, 2018.

[5] K. J. Siatoya-Ramírez and Y. A. Arce-Portilla, "Aprovechamiento de los residuos generados en la plaza de mercado de corabastos para la elaboración de productos de valor agregado: Contexto actual, perspectiva y posibles soluciones," Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2019.

[6] A. F. Rojas, C. Flórez, and D. F. López, "Use prospects of some agroindustrial waste," *Rev. Cuba. Química*, vol. 31, no. 1, pp. 31–52, 2018.

[7] Portaforlio, "El bagazo de caña, producto 'estrella' del Grupo Carvajal," *Empresas*, 2019.

[8] M. C. Raigoza-Muñoz and G. Torres-Aguirre, "GREEN CUTLERY", empresa dedicada a la fabricación y comercialización de cubiertos y pitillos en plástico biodegradable obtenido a partir de la semilla de aguacate," ESUMER Institución Universitaria, 2020.

[9] F. A. Moreno, M. Robayo-Quintana, L. Ferrucho-Rodríguez, and M. Vargas-Oyola, "Aprovechamiento de Residuos Vegetales De pétalos de Rosas, Tallos de Girasol y Vástago de Plátano para la fabricación artesanal de Papel," 2016.

[10] R. S. Bernal, D. P. Castañeda, K. G. Velandia, and J. H. Verdugo, "Análisis de mezclas de residuos sólidos orgánicos empleadas en la fabricación de ladrillos ecológicos no estructurales," *Rev. Ciencias Ambient.*, vol. 53, no. 1, pp. 23–44, 2019.

[11] C. Y. Monsalve-Valderrama and Y. Ramos-García, "Estudio de pre-factibilidad en la cadena productiva del aguacate para aprovechamiento de residuos del fruto en la industria cosmética," Universidad Agustiniana, 2019.

[12] S. A. Urquijo-Morales, "Colágeno: de la tilapia a la cosmética," *Ciencia*, Medellín, Oct-2017.

[13] G. S. Ortega, "Síntesis de acetato de celulosa y rayón a partir de residuos agroindustriales del cultivo y procesamiento de piña," *TEINNOVA*, vol. 3, 2018.

[14] J. A. Serna-Jiménez, L. S. Torres-Valenzuela, K. Martínez Cortínez, and M. C. Hernández Sandoval, "Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos.," *Rev. ION*, vol. 31, no. 1, pp. 37–42, 2018.

Síntesis y caracterización de copolímeros de almidón con potencial uso en recubrimientos

Ángela María Méndez
Laura Natalia Martínez
Paula Andrea Méndez
Química
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería
Grupo-GIEPRONAL, Semillero-CITECAL.
UNAD, Colombia.
angelamendezrodriguez@gmail.com
laurisnat5@hotmail.com
paula.mendez@unad.edu.co

Betty Lucy López
Grupo-CIENMATE. Universidad de Antioquia, Colombia.
betty.lopez@udea.edu.co

Resumen – Las tecnologías de postcosecha están en crecimiento debido a su impacto positivo en la industria de empaques. El almidón (Alm), un polisacárido abundante en tubérculos y otros productos de bajo costo, es un material con propiedades atractivas, sin embargo, algunas como las térmicas, mecánicas y estructurales son aún objeto de estudio. El presente estudio relaciona la extracción y caracterización de almidón de yuca (*Maniht Esculenta*) (AlmY), logrando obtenerse un rendimiento del 10,9%. La caracterización fisicoquímica del AlmY evidenció un contenido de amilosa del 48.2%, el peso molecular promedio fue de $120*10^4$ Da y la morfología del gránulo fue homogénea y esférica. AlmY fue modificado químicamente con anhídrido maléico-polietilenglicol metiléter (Am-mPEG) en tres relaciones en peso 1:1, 1:2 y 1:3, AlmY:Ma-mPEG, respectivamente. El aumento de Am-mPEG evidenció mayor efecto plastificante en los copolímeros de Alm-g-(Am-mPEG), esto de acuerdo con los resultados obtenidos por calorimetría diferencial de barrido (DSC). La formulación del copolímero AlmY-g-(Am-mPEG) 1:3 mostró potencial uso como recubrimiento en fresas; un análisis preliminar de pérdida de peso dio como resultado 15,5±5,7% un porcentaje menor al obtenido para la muestra control, 18,6±3,3%.

Palabras clave— análisis térmico, modificación química, películas, polietilenglicol.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

La yuca y filtros de tela de lienzo fueron obtenidos de un mercado local en Bogotá. El ácido cítrico, etanol y ciclohexanol se obtuvieron de PanReac. Acetona, hidróxido de sodio, ácido clorhídrico y yodo/yoduro de potasio fueron suministrado por Merck. El estándar de amilopectina de maíz se obtuvo de Fluka. Amilosa de papa, anhídrido maleico (Am), polietilenglicol metiléter (mPEG, Mw = 1540 Da) y glicerol se obtuvieron de Sigma Aldrich.

Extracción y modificación del almidón de yuca con mPEG

El almidón fue extraído de la pulpa de yuca (*Maniht Esculenta*) de acuerdo con la metodología de Chávez-Salazar et al. (2017). El polisacárido fue caracterizado por análisis infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR), análisis térmicos, viscosidad intrínseca [2]; se determinó el contenido de amilosa por UV-vis con yodo [3], y la morfología del grano se obtuvo por microscopía electrónica de barrido (SEM).

AlmY fue modificado químicamente con polietilenglicol metiléter (mPEG), para ello se utilizó la metodología de Colussi et al. (2015) modificando el tiempo de reacción (2h),

temperatura (55 °C), y solvente de lavado (acetona). Para ello, primero se modificó el mPEG con anhídrido maleico (Am), y así obtener el Am-mPEG, figura 1; se utilizó la metodología de Long et al. (2013) cambiando el tiempo de reacción (22h), tipo de anhídrido y solventes para precipitar el copolímero, acetona y ciclohexanol. Los copolímeros obtenidos en diferente relación en masa 1:1, 1:2 y 1:3 AlmY:(Am-mPEG) fueron caracterizados por FTIR y análisis térmicos.

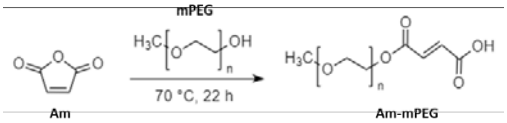


Figura 1. Representación de la reacción para modificar el mPEG con Am.

Recubrimiento de fresas con el copolímero

Las fresas fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio con concentración 100 ppm. Luego fueron lavadas con agua estéril y secadas durante 2h a temperatura ambiente. Las fresas se sumergieron en la solución al 2% del copolímero AlmY:(Am-mPEG) 1:3 durante 2 min, en presencia y ausencia de glicerol. Se secaron a temperatura ambiente durante 12h y se almacenaron a 6°C. El peso se registró durante 3 días; la diferencia entre el peso inicial y el peso final de la fruta fue considerado como la pérdida de peso y los resultados fueron expresados como porcentaje [6]. El análisis se realizó por triplicado y las fresas sin recubrimiento se tomaron como muestra control.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

AlmY presentó un rendimiento de extracción del 10,9%, un contenido de amilosa del 48,2%, y un peso molecular promedio de $120*10^4$ Da. La morfología del gránulo fue homogénea y esférica, ver Figura 2. Varios estudios demuestran que estas propiedades fisicoquímicas dependen de la fuente de extracción, encontrándose contenidos de amilosa entre el 20-30%, peso molecular promedio del orden 10^4-10^7 Da y morfologías ovaladas, truncadas y esféricas [7], [8].

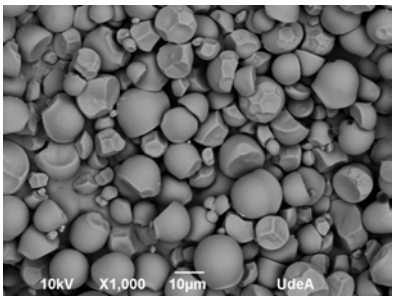


Figura 2. Morfología de los gránulos de almidón de yuca.

La Figura 3 presenta los espectros infrarrojos obtenidos para el AlmY y los copolímeros. Se observan bandas características del almidón como la extensión del enlace C-H en 2927 y 2880 cm^{-1}. En 1651 cm^{-1} se observa la banda característica del enlace C=O para carbonilo de amida tipo I. En la región de 1423 y 1371 cm^{-1} se observa la flexión del enlace C-H. Las bandas entre 1164-1003 cm^{-1} son atribuidas a los enlaces C-O-C, C-O-H. La vibración del anillo de carbohidrato se encontró en 923 cm^{-1}. En comparación con los copolímeros, se observó en las regiones que se resaltan en color azul un aumento en la intensidad de las bandas del enlace C-H debido a la inserción de grupos $-CH_2$ y $-CH_3$ presentes en las cadenas de Am-mPEG. En 1740 cm^{-1} se observó una leve banda, la cual se asignó al enlace C=O de ester, sin embargo, la intensidad no es notable, posiblemente el ancho de la banda en 1646 cm^{-1} podría solapar esta de menor intensidad [9], [10].

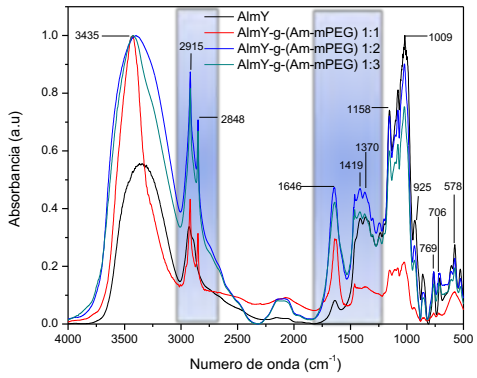


Figura 3. Análisis infrarrojo del almidón de yuca y los copolímeros.

Los análisis térmicos del AlmY presentaron coherencia con estudios previos, encontrando dos

pérdidas de peso en el perfil térmico del TGA, Tabla 1 y Figura 4A). La pérdida I es atribuida a humedad o agua fisisorbida, y la pérdida II a la descomposición de las unidades de amilosa y amilopectina[11]. Sin embargo, la pérdida II en los copolímeros muestra disminución de la temperatura de descomposición debido al efecto plastificante del mPEG. En el caso de los copolímeros se observó una pérdida III entre 390-400 °C que se debe a la descomposición de las cadenas de mPEG[12]. La temperatura y entalpía de gelatinización del AlmY, T_p y ΔH, ver Tabla 1, mostraron valores característicos de almidones con propiedades semicristalinas, dado que los valores no son altos, evidenciando que la cantidad de energía para romper el ordenamiento estructural no es alta [13], [14]. Por su parte, los copolímeros presentaron tres eventos térmicos, la temperatura de transición vítrea (T_g), temperatura de cristalización (T_c) y temperatura de fusión (T_m), ver Figura 4B). En general, se observó una disminución de la T_g, desde 99,5 a 90,7 °C, con el aumento del Am-mPEG. La T_c de los copolímeros (93°C) fue menor en comparación con la encontrada para Am-mPEG (97 °C). La T_m fue mayor (106-107°C) en comparación con la obtenida para Am-mPEG (104°C). Lo anterior es resultado del efecto plastificante que ejerce la inserción del Am-mPEG en el AlmY, además, la diferencia entre los valores de temperatura sugieren un cambio en las propiedades fisicoquímicas debido a la modificación química del almidón [15].

Tabla 1. Análisis térmicos del almidón de yuca.

TGA*	DSC**
Pérdida I: 57°C, 8%	T_p = 69,5°C
Pérdida II: 306°C, 78,4%	ΔH = 12,77 J/g

*Termograma mostrado en la Figura 4A) para AlmY.
**Perfil térmico no mostrado para el AlmY.

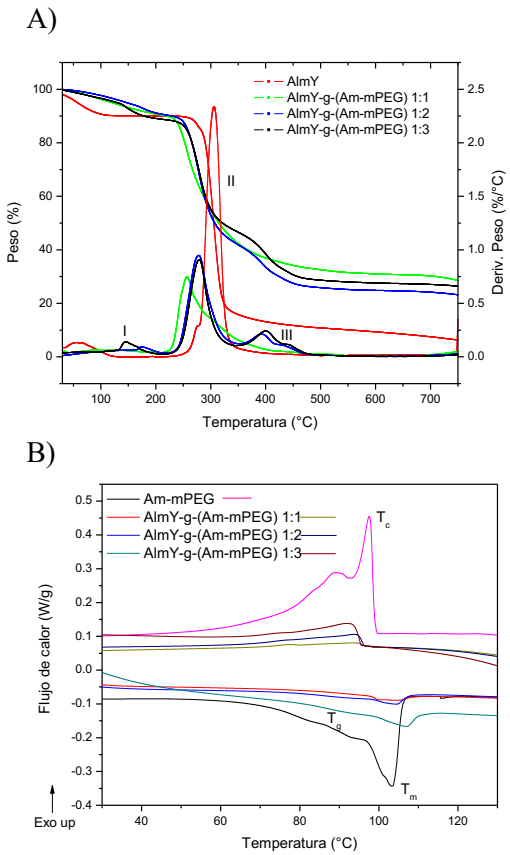


Figura 4. Análisis térmicos de los copolímeros: A) Análisis termogravimétrico (TGA). B) Calorimetría diferencial de barrido (DSC).

Uno de los copolímeros, AlmY:(Am-mPEG) 1:3, fue seleccionado para evaluar su potencial uso como recubrimiento en una fruta climatérica, la fresa, ver Figura 5. Los resultados de la pérdida de peso evidenciaron un efecto positivo del uso de este nuevo material, encontrando que la formulación del copolímero sin glicerol mostró una menor pérdida de peso (15,5±5,7%) en comparación con la formulación que contenía glicerol (23,9±4,5%.).) y la muestra control (18,6±3,3%.). Lo anterior se debe a que el glicerol es una molécula polar que es utilizada para mejorar la compatibilidad de la matriz polimérica; sin embargo, el Am-mPEG favoreció este efecto incrementando así el dominio polar y con ello la permeabilidad al vapor de agua en la muestra con glicerol[6].



Figura 5. Fresas recubiertas con las formulaciones: Copolímero, copolímero con glicerol y muestra control.

III. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de los análisis morfológico, químico y térmicos se evidenció la extracción de almidón a partir de la pulpa de yuca. El almidón fue químicamente modificado con mPEG a través del uso de anhídrido maleico (Am) como molécula puente, lo cual se demostró a través de los resultados obtenidos por FTIR, TGA y DSC, por comparación entre el almidón sin modificar y modificado. El comportamiento térmico de los copolímeros obtenidos evidenció que la inserción del Am-mPEG genera un efecto plastificante, favoreciendo la compatibilidad de la matriz polimérica del carbohidrato y la obtención de formulaciones libres de plastificantes adicionales como el glicerol. Lo anterior se complementa con el efecto positivo demostrado en el estudio preliminar del uso del copolímero AlmY:(Am-mPEG) 1:3 como recubrimiento en fresas; siendo un punto de partida para mejorar las propiedades de barrera de estos nuevos materiales.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la UNAD por la financiación del proyecto PS-35-2018 y al grupo CIENMATE de la Universidad de Antioquia por la cooperación en la investigación.

REFERENCIAS

[1] A. Chávez-Salazar, L. A. Bello-Pérez, E. Agama-Acevedo, F. J. Castellanos-Galeano, C. I. Álvarez-Barreto, and G. Pacheco-Vargas, "Isolation and partial characterization of starch from banana cultivars grown in Colombia," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 98, pp. 240–246, 2017, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.01.024.

[2] F. B. Ahmad, P. A. Williams, J. L. Doublier, S. Durand, and A. Buleon, "Physico-chemical characterisation of sago starch," *Carbohydr. Polym.*, vol. 38, no. 4, pp. 361–370, 1999, doi: 10.1016/S0144-8617(98)00123-4.

[3] D. Fajardo, S. S. Jayanty, and S. H. Jansky, "Rapid high throughput amylose determination in freeze dried potato tuber samples," *J. Vis. Exp.*, vol. Oct 14, no. 80, pp. 1–4, 2013, doi: 10.3791/50407.

[4] R. Colussi *et al.*, "Acetylation of rice starch in an aqueous medium for use in food," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 62, no. 2, pp. 1076–1082, 2015, doi: 10.1016/j.lwt.2015.01.053.

[5] G. Long *et al.*, "Facile one-step coating approach to magnetic submicron particles with poly(ethylene glycol) coats and abundant accessible carboxyl groups," *Int. J. Nanomedicine*, vol. 8, no. February, pp. 791–807, 2013, doi: 10.2147/IJN.S41411.

[6] A. Nawab, F. Alam, and A. Hasnain, "Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf- life of tomato (Solanum lycopersicum) fruit," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 103, pp. 581–586, 2017, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.05.057.

[7] A. Rolland-Sabaté *et al.*, "Structural characterization of novel cassava starches with low and high-amylose contents in comparison with other commercial sources," *Food Hydrocoll.*, vol. 27, no. 1, pp. 161–174, 2012, doi: 10.1016/j.foodhyd.2011.07.008.

[8] R. A. Freitas, R. C. Paula, J. P. A. Feitosa, S. Rocha, and M. R. Sierakowski, "Amylose contents, rheological properties and gelatinization kinetics of yam (Dioscorea alata) and cassava (Manihot utilissima) starches," *Carbohydr. Polym.*, vol. 55, no. 1, pp. 3–8, 2004, doi: 10.1016/S0144-8617(03)00142-5.

[9] D. Muscat, R. Adhikari, M. J. Tobin, S. McKnight, L. Wakeling, and B. Adhikari, "Effect of spatial distribution of wax and PEG-isocyanate on the morphology and hydrophobicity of starch films," *Carbohydr. Polym.*, vol. 111, pp. 333–347, 2014, doi: 10.1016/j.carbpol.2014.04.072.

[10] F. J. Warren, M. J. Gidley, and B. M. Flanagan, "Infrared spectroscopy as a tool to characterise starch ordered structure - A joint FTIR-ATR, NMR, XRD and DSC study," *Carbohydr. Polym.*, vol. 139, pp. 35–42, 2016, doi: 10.1016/j.carbpol.2015.11.066.

[11] C. L. Luchese, T. Garrido, J. C. Spada, I. C. Tessaro, and K. de la Caba, "Development and characterization of cassava starch films incorporated with blueberry pomace," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 106, pp. 834–839, 2018, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.08.083.

[12] M. M. F. Ferrarezi, M. de Oliveira Taipina, L. C.

E. da Silva, and M. do C. Gonçalves, "Poly(Ethylene Glycol) as a Compatibilizer for Poly(Lactic Acid)/Thermoplastic Starch Blends," *J. Polym. Environ.*, vol. 21, no. 1, pp. 151–159, 2013, doi: 10.1007/s10924-012-0480-z.

[13] A. L. Charles, Y. H. Chang, W. C. Ko, K. Sriroth, and T. C. Huang, "Influence of amylopectin structure and amylose content on the gelling properties of five cultivars of cassava starches," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 53, no. 7, pp. 2717–2725, 2005, doi: 10.1021/jf048376+.

[14] A. M. Pascoal, M. C. B. Di-Medeiros, K. A. Batista, M. I. G. Leles, L. M. Lião, and K. F. Fernandes, "Extraction and chemical characterization of starch from S. lycocarpum fruits," *Carbohydr. Polym.*, vol. 98, no. 2, pp. 1304–1310, 2013, doi: 10.1016/j.carbpol.2013.08.009.

[15] J. Coreño-Alonso and M. T. Méndez-Bautista, "Relationship between structure and properties of polymers," *Educ. Quim.*, vol. 21, no. 4, pp. 291–299, 2010, doi: 10.1016/s0187-893x(18)30098-3.

Desempeño empresarial y estatus estratégico de la gestión humana: evidencias desde el contexto colombiano

Jorge A. Vivares [1], René A. Jiménez [2], José María Jiménez [3]
Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. Ingeniería Industrial.
[1]jorge.vivares@unad.edu.co, [2]rene.jimenez@unad.edu.co, [3]jose.jimenez@unad.edu.co

Resumen – La gestión humana es una función altamente relevante para el éxito de las empresas, dado que las personas son una fuente indiscutible para la generación de ventajas competitivas. Por tal motivo, es esencial que la gestión humana goce de suficiente estatus estratégico y sea un aliado para los gerentes/líderes de línea en los diferentes subsistemas, pues son éstos quienes tienen la responsabilidad directa de aprovechar el talento de sus equipos. No obstante, el estado del arte científico permitió que no hay suficientes evidencias en torno a esta perspectiva en países en desarrollo como Colombia. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue dar una respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué relación existe el desempeño organizacional de las empresas colombianas y el estatus estratégico de la gestión humana? Para tal efecto, se recolectó información en una muestra de 204 empresas ubicadas en 24 departamentos de Colombia. Se encontró una relación estadísticamente significativa entre el desempeño global de la empresa y el estatus de socio estratégico de la gestión humana, para lo cual se evaluaron algunos resultados intermedios que se esperan de ésta (satisfacción, motivación, competencias, desempeño y compromiso de los empleados). Una revisión sistemática de la literatura que se realizó comprobó la novedad de la contribución presentada, a partir de la cual también se pueden obtener elementos valiosos para para enriquecer la política pública empresarial del país.

Palabras clave
Gestión humana, desempeño empresarial.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Variables e hipótesis

La Figura 1 expone el sistema de variables e hipótesis. La conceptualización de las variables se tomó del trabajo elaborado por Vivares et al. [1, p. 3]:

> *ROGH: Rol/Estatus de la gestión humana en la empresa. Implica valorar qué tan posicionada está la gestión humana en la empresa como una función protagónica para la empresa, que influye en la toma de decisiones estratégicas.*
> *GHSE: Gestión humana como socio estratégico. Valora qué tanto la función de gestión humana es un socio estratégico para los diferentes subsistemas de la empresa y sus respectivos líderes (ventas, mercadeo, finanzas, producción/operaciones, entre otros).*
> *REGH: Resultados de la gestión humana. Representan los resultados inmediatos que teóricamente se esperan de la gestión humana, tales como el desempeño de los trabajadores, su motivación, competencia y compromiso con la organización.*
> *DEMP: Desempeño global de la empresa. Variable de resultado que evalúa el desempeño de la empresa en términos de rentabilidad, imagen, lealtad de los clientes, entre otros.*

Las hipótesis del estudio buscan explorar de forma preliminar unas relaciones potenciales entre las variables de la investigación. La primera hipótesis sugiere que el rol/estatus de la gestión

humana en la empresa (ROGH) está correlacionado con el grado en que la gestión humana se comporta como un socio estratégico (GHSE). Las hipótesis 2 y 3 sugieren una correlación de los resultados de la gestión humana (REGH) con la variable GHSE y el ROGH.

Por su parte, la cuarta y última hipótesis del modelo plantea que el desempeño global de la empresa (DEMP) está correlacionado con los resultados de la gestión humana (REGH).

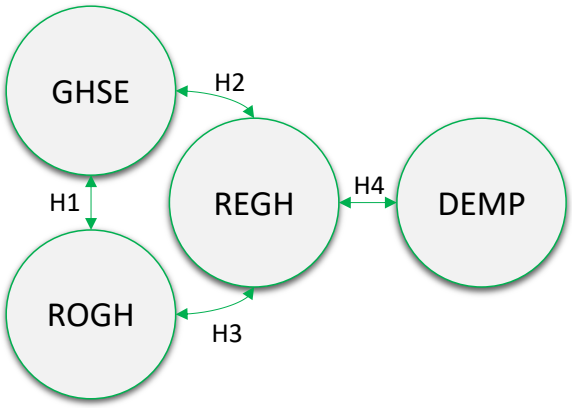


Figura 1. Modelo de estudio

B. *Medición de las variables*

La medición de las variables se hizo mediante una escala Likert de 9 puntos (1 – 1,5 – 2 – 2,5 – 3 – 3,5 – 4 – 4,5 – 5) y cada variable fue desagregada en un conjunto de reactivos. Los reactivos utilizados fueron un conjunto de afirmaciones frente a la empresa, de tal forma que los encuestados respondían desde 1 (totalmente en desacuerdo con la afirmación) hasta 5 (totalmente de acuerdo con la afirmación). En la Tabla 1 se presenta un resumen de la medición realizada para la investigación. Se destaca que los coeficientes Alfa de Cronbach fueron siempre superiores a 0,9, con lo cual se puede concluir que la consistencia de la medición bue alta y ello refleja su validez.

Tabla 1. Resumen de la medición de las variables

Variable latente	# de reactivos	Media	Desviación estándar	Alfa de Cronbach
ROGH	5	4,023	0,832	0,953
GHSE	7	3,843	0,834	0,939
REGH	6	4,329	0,551	0,946
DEMP	6	4,217	0,632	0,943

C. *Muestra*

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, el cual es un enfoque legítimo en la investigación [2]. Para tal efecto se hizo un trabajo conjunto con estudiantes del curso Productividad Humana (código 212025), adscrito al programa de Ingeniería Industrial en la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECTBI) de la UNAD.

Para tal efecto, se hizo un trabajo de campo durante el segundo semestre del año 2020, en el que participaron 445 estudiantes. Los investigadores diseñaron el instrumento de recolección de datos y una herramienta para la tabulación que le fue entregada a cada estudiante, mientras que éstos lo aplicaron en una empresa e hizo un análisis propositivo para la misma en el marco de las actividades del curso. Luego de diversas actividades de procesamiento y validación de datos, se obtuvieron 204 encuestas que cumplieron con varios criterios para ser utilizadas en la investigación, representando así una tasa definitiva de respuesta del 46%.

En la Figura 2 se muestra la distribución de las empresas por tamaño, observándose que el 34% fueron de tamaño micro y pequeño, mientras que el 66% fueron empresas medianas y grandes. Por su parte, en la Figura 3 se expone la distribución de las empresas por Departamento de ubicación y se destacan dos cosas:

- Se registraron dos empresas en el extranjero, cuyos datos fueron recolectados por parte de estudiantes que viven por fuera de Colombia.
- Se obtuvieron datos de empresas en 24 departamentos del país, es decir, casi las tres cuartas partes del total.

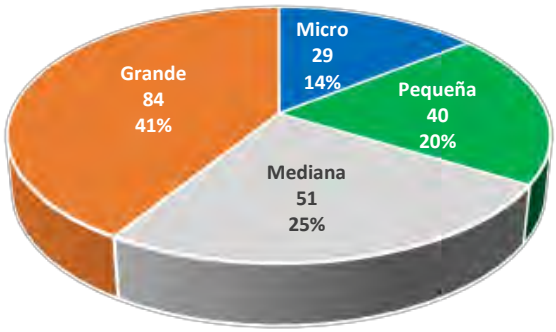


Figura 2. Distribución de las empresas por tamaño

Departamento	Cantidad
Antioquia	6
Atlántico	9
Bogotá DC	49
Bolívar	3
Boyacá	13
Caldas	4
Casanare	11
Cauca	2
Cesar	9
Chocó	1
Córdoba	2
Cundinamarca	19
Guaviare	1
Huila	9
La Guajira	2
Magdalena	2
Meta	7
Nariño	3
Norte de Santander	1
Putumayo	1
Risaralda	7
Santander	10
Tolima	5
Valle del Cauca	26
Extranjero	2
Total	204

Figura 3. Distribución de las empresas por ubicación geográfica

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las variables comparando dos grandes grupos de empresas: 1) micro y pequeñas, 2) medianas y grandes. La prueba U de Mann Whitney permitió concluir que la única variable que no tiene diferencias estadísticamente significativas es REGH, es decir, los resultados en gestión humana. Si se revisa el compuesto medido, esto implica que son equiparables los indicadores como los niveles de desempeño de los trabajadores, las competencias para el trabajo, la satisfacción y compromiso con las empresas. Las puntuaciones medias revelan, de hecho, que se podría considerar como satisfactorio. Por su parte, en las demás variables, se puede determinar que hay diferencias estadísticamente significativas y las empresas de mayor tamaño tienden a tener mejores indicadores respecto al estatus estratégico de la gestión humana, la noción de socio estratégico y el desempeño global de las empresas.

tabla 2. Diferencias por tamaño de empresa

Variable	Valor por tamaño		U de Mann Whitney	P-valor
	Micro y pequeñas	Medianas y grandes		
ROGH	3,814	4,129	3714,5	0,018*
GHSE	3,617	3,959	3340,0	0,001**
REGH	4,292	4,348	4231,0	0,284
DEMP	4,071	4,292	3334,5	0,001**

*Significativa al 0,05. **Significativa al 0,01.

Por otra parte, en la Tabla 3 se presenta la matriz de correlaciones de Spearman y se aprecia que todas las parejas de correlaciones fueron significativas al 0,01, lo cual aporta evidencia a favor de todas las hipótesis planteadas. Esto tiene varias implicaciones importantes. En primer lugar, el desempeño global de las empresas está relacionado con los resultados inmediatos que se espera de la gestión humana. Es decir, en la práctica se observó que el desempeño global de la empresa se hace más alto a medida que se hace mayor la satisfacción, las competencias, el desempeño y el grado de compromiso de los empleados con la empresa (esfuerzo, interés y lealtad).

Tabla 3. Matriz de correlaciones (Spearman)

Variables	ROGH	GHSE	REGH	DEMP
ROGH	1	0,628**	0,571**	0,583**
GHSE		1	0,504**	0,579**
REGH			1	0,606**
DEMP				1

**Significativa al 0,01.

Así mismo, los resultados de la gestión humana se relacionan con la condición de socio estratégico al interior de la organización. Esto es, en la medida que la gestión en la empresa trasciende los aspectos administrativos básicos (nómina o contratación) y se engancha en dinámicas estratégicas para ayudar los demás subsistemas y sus jefes (ventas, finanzas, producción, etc.), los resultados de la gestión humana se hacen más fuertes (desempeño, competencias, satisfacción y compromiso de los empleados). No obstante, esta dinámica no es gratuita porque los resultados sugieren una relación entre la condición de gestión humana como socio estratégico y su rol/estatus al interior de la organización. Es decir, los datos permiten observar que la gestión humana desarrolla una interfaz más fuerte con los demás subsistemas de la empresa, en la medida que su función tiene un rol protagónico y con asiento en la toma de decisiones estratégicas de la empresa.

Todo lo anterior pone de relieve que la gestión humana es altamente relevante para el éxito de las empresas. Para aprovechar todo su potencial, la gestión humana debe gozar de un estatus estratégico al interior de estas y ser una especie de socio para los diferentes gerentes/jefes de línea en los subsistemas que las componen. Esto porque, en la práctica, el talento humano está a cargo de los gerentes de línea en los diferentes subsistemas de la empresa. En este sentido, como subsistema que suele tener su propio equipo de trabajo, la gestión humana requiere adquirir un rol de socio estratégico para los líderes o directivos de los demás subsistemas, puesto que éstos no necesariamente están formados en gestión humana, pero sí están llamados a aprovechar el talento de sus equipos y alinear los intereses de los individuos con los de la organización [3], [4].

III. CONCLUSIONES

En esta investigación se aportaron evidencias de una relación entre el desempeño global de las empresas y sus resultados en gestión humana. Esto se respalda en los datos recolectados, cuyo comportamiento permitió identificar que a medida que los resultados de la gestión humana aumentan (desempeño, satisfacción, motivación y compromiso de los empleados), se observó también un aumento en el desempeño global de las empresas.

En general, se puede concluir que la gestión humana es una función altamente relevante para las empresas, cuya concepción y estatus al interior de estas debe darse al nivel estratégico para desatar dinámicas particulares en los diferentes subsistemas que componen la organización.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos especiales a los estudiantes que participaron en el trabajo de campo con las empresas. No se listan sus nombres por limitaciones de espacio.

REFERENCIAS

[1] J. A. Vivares, R. Jiménez, and J. M. Jiménez, "Relación de la gestión humana con el desempeño empresarial en un conjunto de organizaciones colombianas," in *II Seminario Internacional de Ingeniería Sostenible*, 2021, pp. 1–6.

[2] C. E. Hernández and N. Carpio, "Introducción a los tipos de muestreo," *ALERTA*, vol. 2, no. 1, pp. 75–79, 2019, doi: 10.5377/alerta.v2i1.7535.

[3] D. Ulrich, *Recursos humanos champions. ¿Cómo pueden los Recursos Humanos crear valor y producir resultados?* Buenos Aires: Ediciones Granica S.A., 1997.

[4] J. B. Barney and P. M. Wright, "On becoming a strategic partner: The role of human resources in gaining competitive advantage," *Hum. Resour. Manage.*, vol. 37, no. 1, pp. 31–46, Jan. 1998, doi: 10.1002/(SICI)1099-050X(199821)37:1<31::AID-HRM4>3.0.CO;2-W.

Análisis de factibilidad para la transformación de lactosuero en polvo en el Municipio de Belén Boyacá

Heley Estefany Cepeda Fonseca
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Heley.cepeda@unad.edu.co

Golda Meyer Torres Vargas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Golda.torres@unad.edu.co

Resumen – El objetivo del trabajo realizado fue evaluar la factibilidad técnica y económica de transformar el lactosuero líquido a polvo para darle valor agregado y aprovechar sus componentes nutricionales ya que en el departamento de Boyacá hay alta disponibilidad, debido a que en gran parte del territorio las actividades principales son las del sector agroindustrial, ganadero, y principalmente a la producción de leche, la cual aporta al amplio mercado a nivel nacional, principalmente a la capital del país, a causa de la facilidad de transporte y comercialización. Dentro de la industria láctea boyacense, se destaca la producción de quesos, yogurt, mantequilla y demás derivados lácteos, los cuales generan valor agredo y diversificación de productos en el mercado departamental y nacional. Sin embargo, a raíz de la creciente industria láctea en el departamento, se han identificado grandes impactos negativos sobre este eslabón industrial, el asociado con la ausencia de estandarización de procesos, disposición inadecuada de los subproductos (Lactosuero), la falta de sensibilización por parte de los productores para elaborar sus procesos con calidad y cuidado con el medio ambiente.

Por lo anterior, se deseaba generar una alternativa de uso del lactosuero, extendiendo su vida útil y que pueda ser aprovechando todos los componentes nutricionales de este producto restante derivado de la producción del queso y así genera ingresos adicionales a las empresas productoras, disminuyendo el impacto ambiental y aportando al desarrollo regional. Se logra determinar los equipos, materia prima, maquinaria y zona adecuada para la creación del centro de acopio del lactosuero, evaluando aspectos como capacidad de equipos, almacenamiento y facilidad de accesos y se identifica que la viabilidad financiera del procesamiento del lactosuero es factible, ya que se obtienen valores positivos en el VPN, con rendimientos superior al 25%, y TIR con una rentabilidad del 64,05%, reconociendo la recuperación del capital invertido a corto plazo.

Palabras clave - *Industria láctea, Lactosuero en polvo, Centro de acopio*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realiza a través de una investigación aplicada y descriptiva, se desarrollo con los productores de queso del municipio de Belén Boyacá.
Se aplica encuesta a los empresarios que participaron donde se obtuvo la información inicial y primaria, como la cantidad de suero que producen, el destino final, y la disponibilidad de la empresa para permitir procesar el suero.

Se realiza un estudio técnico para verificar posible área o lugar como centro de acopio y procesamiento del lactosuero, teniendo en cuenta el lugar, espacio ubicación distribución y procesamiento de este. por ultimo se hace el estudio de la viabilidad financiera para procesar el lactosuero en polvo. Para el desarrollo se evalúan cantidad de suero producida, costos,

inversiones, capacidad de procesamiento, retorno de la inversión y posibles mercados objetivo.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Información Inicial y primaria

Se identifica como principales interesados en el centro de acopio de lactosuero productores de queso, a quienes se haría la recolección de suero líquido, dentro de las cuales desearon participar 9 empresas del Municipio de Belén se obtuvo un promedio de lactosuero que producen, arrojando promedios de 16.000 litros/día.

Según los resultados de la encuesta se identifica que el destino final de suero producido por las empresas.

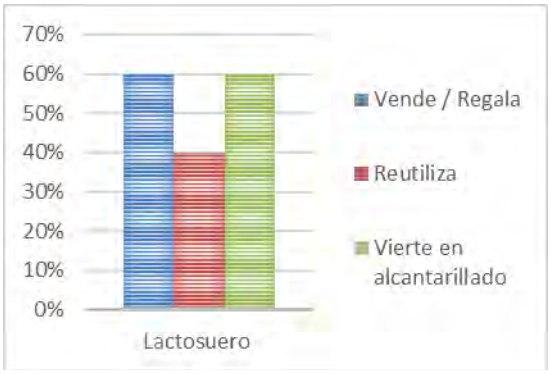


Figura 1. Usos actuales del lactosuero del Municipio de Belen

Se identifica que el 60% de las empresas encuestadas, vende o regala el suero para la alimentación de animales y / o es vertida en alcantarillado, sin realizarle ningún tipo de proceso adicional. Por otra parte, se encuentra que 40% de ellas lo utiliza como materia prima para otro producto, pero no en su totalidad solo se utiliza una parte la mayoría para requesón del cual en su proceso sigue generando lactosuero.

Al 40% de los encuestados que contestaron que utilizan el lactosuero como materia prima para otro producto, se les pidió describir cuál producto elaboraban, a lo cual respondieron que como insumo para la elaboración de requesón y queso ricota.

En la encuesta también se identifica que los productores no realizan ningún tipo de tratamiento al lactosuero y como limitante para procesar el suero es la capacidad tecnológica instalada y el alto costo que genera a la inversión.

Se realiza una verificación de aspectos técnicos, administrativos y legales requeridos para la elaboración del lactosuero en polvo. De acuerdo con los citado por Motta & Mosquera [1], y Wit [2], el suero en polvo puede ser usado como materia prima dentro de diferentes procesos de acuerdo con su composición nutricional como:

- En la elaboración de proteínas para deportistas
- Para leches infantiles
- En concentrados animales

En el municipio de Belén, Boyacá, son aproximadamente 16.000 Lt de suero diarios y aproximadamente 375.000 litros mensuales los que producen las empresas esto en relación con los días de producción de las empresas siendo de lunes a domingo, y se entiende que esta sería la capacidad mínima del centro de acopio y de procesamiento.

Localización de planta de producción

Para la selección se realizó una evaluación donde se tenían en cuenta criterios como mano de obra, materia prima, cercanía, infraestructura, vías de acceso, costos servicios públicos dando como el mejor valorado el lote en la ubicación Vía Paz del río con un total de 0.74/1.

Proceso de transformación

Proceso de experimentos para procesos de sueros en polvo:

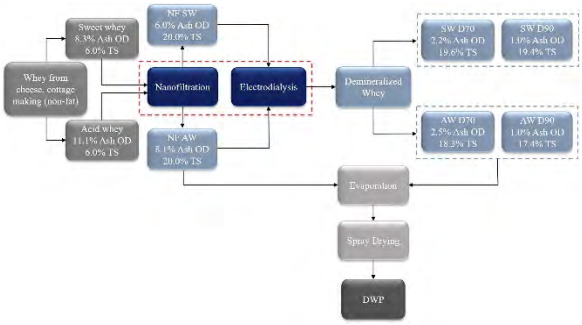


Figura 2. Procesamiento del lactosuero tomado de Merkel et al., 2021 [3]

El proceso se estipula realizarlo en 4 etapas principales recepción, Nanofiltración,

evaporación y pulverización, debido a que el suero que mayor generan es suero ácido, se debe aplicar un proceso de nanofiltración el cual va a permitir concentrar y desmineralizar parcialmente el suero. Se puede obtener una concentración de sólidos de aproximado 20-22%, [3]. Para el proceso de evaporación se puede realizar en vacío donde se concentra a 54 y 58% de sólidos totales, para el secado se propone un secado por aspersión.

Capacidad de producción:

Evaluando los valores obtenidos donde indican que el valor aproximado de suero diario es 16.000 litros día, se realiza un balance materia para la transformación a lactosuero en polvo se determina que el centro de acopio y procesamiento tendrá una producción promedio de 1.087 Kg al día suero en polvo, es decir una tonelada y 87 Kg.

Análisis financiero

Primero se determina la oferta, según los datos sobre importaciones de lactosuero en Colombia, se evidencia en la Tabla 3, que en los últimos 3 años ha aumentado el número de toneladas importadas.

Tabla 1. Importaciones de lactosuero en Colombia.

Año	Cantidad	Valor
2017	12.410 Toneladas	12.04 U.S
2018	12.134 Toneladas	11.77 U.S
2019	13.706 Toneladas	13.3 U.S

Fuente: Elaboración propia basado en datos de Ortiz [4] y Olaya [5]

Estudio de precios para procesar suero en polvo. El suero es uno de los mayores productos que se importó en el 2017 alcanzando valores por 12.441 [4] toneladas más o menos el 21% de importaciones en marzo de 2017 y para el año 2019, según Asoleche donde se impuso un récord de importaciones en lactosuero al alcanzar 13.706 toneladas por US$ 13,3 Millones [6].

Factibilidad del proyecto

Al realizar el análisis de la competencia encontramos indirectamente Colanta y Alpina que cuentan con la tecnología para pulverizar el suero y por otra parte están son las empresas importadoras como Indulácteos de Colombia, Rocsa Colombia, Nestle, Rincón Cash, gestión Zona Franca, Alpina y lácteos la esmeralda según lo indicado por contexto ganadero [7].

En el estudio para determinar el precio del suero se toma de referencia el valor de las importaciones y por otro lado el precio que se encuentra en el mercado que oscila entre 5000 y 18000 Kg.

La capacidad del proyecto se espera producción diaria debido a los días de producción de los empresarios, donde se espera producir 43 bolsas de 25Kg diarios para un total mensual de 1204 Bolsas es decir 30100 Kg al mes de lactosuero en Polvo.

Se tienen en cuenta todos los aspectos relacionados para determinar el costo total del proyecto, en donde se especifique el valor total de la intervención y adecuación del lugar, incluyendo aspectos relacionados a la capacitación del personal que servirán para la puesta en marcha del proyecto.

Como costos se evalúa una inversión Inicial correspondiente a un valor de $1.346.568.476 los cuales se discriminan en los rubros de: personal, maquinaria y equipo, materiales, terreno, construcción y adecuaciones, muebles, administración, licencias, servicios y gastos administrativos.

Se analizan las fuentes de financiación como: Asoleche, secretaria de Fomento Agropecuario, Fenalco capitulo Boyacá y Clúster de derivados de Boyacá y el análisis de costos fijos y variables para llevar a acabo el proyecto de pulverización de suero. En cuanto a los costos de sostenibilidad se determina un análisis de reserva, el cuál permita una previsión a cualquier acción o contingencia no prevista dentro del análisis del proyecto, para esto se asigna un rubro del 10% sobre el valor total presupuestado, es decir, $48.951.669.

Se prevé que la inversión inicial se recupere al segundo año de operación del proyecto (Tabla 4), siendo de esta manera que es un proyecto que genera expectativas para su implementación.

Tabla 4. Recuperación de inversión inicial.

AÑO	INVERSION	INGRESOS	SALDO
1	$ 1.326.968.476	$ 2.329.641.800	$1.002.673.324
2	1.002.673.324	$ 2.682.566.388	-

Fuente: Elaboración propia.

El VPN indica que el proyecto es aceptable, pues ofrece un rendimiento superior al 35%; genera una riqueza adicional de $ 5.091.019.611.

El resultado indica que la TIR es aproximadamente igual al 186,30%, esto significa que los dineros que se mantienen invertidos en el proyecto tienen una rentabilidad de 186%, medido frente a una tasa del 35%. Por otra parte, como la TIR es mayor que la tasa de oportunidad se afirma que el proyecto es factible financieramente, pero a pesar de ser un TIR alto esto generaría inconvenientes si se requiere un producto financiero debido que tendrá un interés muy alto lo cual no es conveniente.

III. CONCLUSIONES

- De acuerdo con la identificación de la necesidad de dar un mejor al subproducto de lactosuero por parte de los empresarios del sector lácteo del municipio de Belén, se busca por medio del centro de acopio y procesamiento, llegar a darle mejor aprovechamiento y valor agregado, y de esta manera contribuir con las empresas queseras de la región y con el medio ambiente del municipio.
- Con el análisis técnico y financiero, se determinaron los equipos, materia prima, maquinaria y zona adecuada para la creación del centro de acopio del lactosuero, evaluando aspectos como capacidad de equipos, almacenamiento y facilidad de accesos, tanto las empresas productoras de Belén como las de los municipios aledaños.
- El suero en polvo en Colombia es un producto que tiene una alta demanda en el país, puesto que en el año se hace proceso de importación de alrededor 13.700 toneladas, ya que su composición nutricional es alta, y su contenido proteico es usado para múltiples aplicaciones.
- En la evaluación financiera realizada, se demuestra una viabilidad financiera factible, ya que se obtienen valores positivos en el VPN, con rendimientos superior al 25%, y TIR con una rentabilidad del 64,05%, reconociendo la recuperación del capital invertido a corto plazo.

REFERENCIAS

[1] Motta, Y., & Mosquera, W. J. (2015). Avances en el aprovechamiento del lactosuero como materia prima en la industria alimentaria. *@ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, *13*(1), 81-91.

[2] Wit, J. (2003). Dairy ingredients in non-dairy foods. *Encyclopedia of Food Science and Technology.* New York. 718-727.

[3] Merkel, A., Voropaeva, D., & Ondrušek, M. (2021, 1 junio). The impact of integrated nanofiltration and electrodialytic processes on the chemical composition of sweet and acid whey streams. *ScienceDirect*. https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S026087742100025X

[4] Ortiz, C (2019). *Evaluación técnica financiera sobre la producción de suero en polvo partiendo lactosuero generado en el proceso de fabricación de quesos de leche de búfala.* Fundación América de Colombia. Facultad de ingenieras. Bogotá D.C Recuperado de: https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7587/1/6112778-2019-2-IQ.pdf

[5]Olaya, M, (05 de marzo de 2020). *En 2019 importaciones de lácteos fueron las más altas de toda la historia.* Recuperado de. https://www.rcnradio.com/economia/en-2019-importaciones-de-lacteos-fueron-las-mas-altas-de-toda-la-historia

[6] Consejo Nacional Lácteo. (2020). *Política Láctea.* Obtenido de http://www.cnl.org.co/febricacion-y-comercializacion-de-productos-lacteos/

[7] *Contexto ganadero*. (2020). Obtenido de https://www.contextoganadero.com/economia/15-empresas-importaron-cerca-del-80-dela-leche-en-polvo-y-demas-lacteos

Actividad espumante y calidad nutricional de hidrolizados de vísceras de vilapia roja (*Orechromis spp.)*

Leidy Johanna Gomez Sampedro
Sindy Johana Escobar Luján
Cadena de formación en alimentos
Universidad nacional abierta y a distancia UNAD, Colombia
leidyj.gomez@unad.edu.co
sindy.escobar@unad.edu.co

José Edgar Zapata
Universidad de Antioquia, Colombia
edgar.zapata@udea.edu.co

Resumen – En la industria piscícola, más del 60% son subproductos, los cuales comprenden restos de fileteo, piel, aletas, huesos, cabezas, vísceras y escamas. Estos subproductos son fuente de proteínas con importante potencial de revalorización, pero generalmente son desaprovechados y generan impactos ambientales negativos, por su inadecuado vertimiento a las fuentes de agua. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo, fue caracterizar las vísceras de tilapia roja (Orechromis spp.) (VTR) y usar técnicas de hidrólisis enzimática, para obtener hidrolizados con propiedades espumantes mejoradas, para su potencial aplicación en la industria farmacéutica o alimentaria.

Las vísceras de tilapia roja fueron hidrolizadas con Alcalasa 2,4L®, para evaluar el efecto del grado de hidrólisis (GH) sobre sus propiedades espumantes, contenido de aminoácidos y calidad biológica. Los resultados mostraron que las VTR y sus hidrolizados son una fuente de proteínas de alta calidad, dado que tienen una proporción de aminoácidos esenciales/aminoácidos no esenciales que oscila entre 1 y 1,1 y una proporción de aminoácidos esenciales/aminoácidos totales de 0,5. Por otro lado, se encontró que el proceso de hidrólisis mejora la capacidad espumante y la estabilidad de la espuma de las VTR, alcanzándose los mejores resultados con GH bajos de entre 4.2% y 8.4%. En conclusión, las proteínas de VTR y sus hidrolizados tienen potencial aplicación en la industria alimentaria, por sus propiedades tecnofuncionales y calidad nutricional.

Palabras clave- *Calidad nutricional, hidrólisis enzimática, tecno-funcionales, tilapia roja, vísceras.*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Manejo del sustrato

Las VTR se obtuvieron en cadena de frío de la Piscícola el Gaitero (Antioquia), tomando muestras de lotes de producción diferentes. Las vísceras fueron homogenizadas en un procesador de alimentos (Quick 'n Easy, Black&Decker, USA), calentadas a 90 °C por 20 minutos para inactivar las enzimas endógenas y favorecer la separación de la grasa. Las vísceras desengrasadas fueron almacenadas a -20 °C hasta el momento de la hidrólisis, en la cual se utilizó Alcalasa 2,4 L grado alimenticio (Novo Nordisk Co., Dinamarca).

Hidrólisis Enzimática

La hidrólisis se llevó a cabo bajo las condiciones establecidas en trabajos previos de los autores del presente estudio [1], [2], volumen

de trabajo de 500 mL, concentraciones de sustrato de 8 g proteína/L, relaciones enzima/sustrato de 0.306 U/g de proteína, pH 10, temperatura de 60°C y velocidad de agitación 960 rpm. El control de pH y temperatura se hizo con un electrodo combinado de vidrio, conectado a un Titrando 842 (Metrohm, Suiza) operado por un ordenador (software Tiamo 1.2.1). La reacción fue monitoreada por medio del GH empleando el método del pH-estato para su medición, expresado como la relación entre el número de enlaces peptídicos hidrolizados y el número de enlaces peptídicos totales en la proteína nativa por unidad de peso.

Composición total de aminoácidos

La composición de aminoácidos en las muestras fue determinada usando HPLC en fase reversa según la metodología descrita por Sepulveda et al. [3], con algunas modificaciones. Para la cuantificación de aminoácidos totales, las muestras fueron sometidas a una hidrólisis acida con HCl 6 N a 110°C durante 18 h. Los aminoácidos fueron analizados en un HPLC UltiMate 3000 con detector UV/VIS con arreglo de diodos DAD, operado con columna analítica de 5 µm (ZORBAX Eclipse AAA-C18, 4.6x150 mm). La corrida se realizó a una temperatura de 40 °C y un flujo de 2.0 mL/min. Previo a los análisis, las muestras fueron derivatizadas usando OPA para aminoácidos primarios y FMOC para aminoácidos secundarios. Los aminoácidos primarios fueron detectados a 338 nm y los secundarios a 262 nm. La recta de calibración se elaboró empleando una mezcla de estándares de aminoácidos entre 0,2 y 0,5 µmol/mL (Sigma-Aldrich, St. Louis- EE.UU) y se usó norvalina como estándar interno para corregir el valor de la concentración de aminoácidos.

Puntaje de aminoácidos en la proteína

El puntaje de aminoácidos en las proteínas se calculó a partir del perfil de aminoácidos de las VTR y los hidrolizados de VTR (HVTR), siguiendo el método de la FAO/OMS [4], como se muestra a continuación en la ecuación 1.

$$PA = \frac{(mg\ de\ aa\ en\ 1\ g\ de\ la\ proteína\ evaluada)}{(mg\ de\ aa\ en\ 1\ g\ de\ la\ proteína\ patrón\ FAO)} \quad (1)$$

Usando como proteína patrón FAO, la referencia para adultos establecidos por la FAO/OMS [4].

Capacidad espumante

Los HVTR fueron diluidos hasta una concentración de 5 mg/mL y su pH fue ajustado a 4, 7 y 10 con HCl o NaOH 6M. La capacidad espumante (CE) y la estabilidad de la espuma (EE) fueron determinadas siguiendo la metodología descrita por Jemil et al. [5], con algunas modificaciones. 50 mL de los HVTR fueron homogenizados dentro de una probeta graduada a 18000 rpm usando un homogeneizador de alta velocidad OV5, para incorporar el aire durante 60 s a 25 °C. Después del batido, el volumen total fue medido. CE fue expresado como el porcentaje de incremento en el volumen después de la homogenización en el tiempo cero según la ecuación 2 y EE fue determinado por la medida de volumen de espuma después de 10 min y expresado como un porcentaje de la espuma inicial según la ecuación 3.

$$CE\ (\%) = \left(\frac{V_0 - V}{V}\right) \times 100 \quad (1)$$

$$EE\ (\%) = \left(\frac{V_{10}}{V_0}\right) \times 100 \quad (2)$$

Análisis estadístico

Para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de las propiedades espumantes de los HVTR con diferentes grados de hidrólisis, las mediciones se hicieron por triplicado y se utilizó la prueba de la mínima diferencia significativa, usando el paquete estadístico Statgraphics Centurion Version 18.1.13.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil de aminoácidos de VTR y HVTR

La determinación del perfil de aminoácidos se realizó con el fin de proporcionar información acerca de los aminoácidos más abundantes y analizar la calidad nutricional de la proteína en las VTR y en los HVTR. Los resultados son resumidos en la tabla 1. En términos generales se puede notar un perfil de aminoácidos similar en las VTR y en el HVTR con GH de 4,2%, donde el

aminoácido más abundante es la Gly, con un contenido mayor al 24% para todas las muestras. Además de la Gly, los aminoácidos Lys, Leu y Glu/Gln se encuentran también en una alta proporción. Adicionalmente se puede ver que los hidrolizados contienen altos valores de aminoácidos potenciadores del sabor (Glu, Asp, Gly y Ala), que oscilan entre el 39,2 y 41% del total de aminoácidos, lo cual puede ser de gran interés para su uso como un aditivo alimentario.

Tabla 1. Composición de aminoácidos totales de las VTR, el HVTR con GH 4.2% y referencia*

Aminoácidos (AA)	*Concentración (g / 100g de proteína)*		
	VTR	*HVTR*	*Ref**
Arg	6.7	6.5	-
His	9.7	6.7	1.5
Ile	3.0	2.7	1.5
Leu	7.2	9.0	2.1
Lys	9.0	9.8	1.8
Met	2.9	2.1	-
Phe	1.3	1.2	-
Thr	6.1	6.1	1.1
Val	4.7	4.2	1.5
Met + Cys			2.0
Phe+Tyr			2.1
Ala	3.6	4.0	
Asp/Asn	2.8	3.0	
Cys			
Glu/Gln	6.5	6.9	
Gly	23.0	22.8	
Ser	4.6	5.0	
Tyr	3.8	3.8	
AAE	50.5	48.3	
AANE	44.4	45.5	
AAH	45.7	46.0	
AA totales	94.9	93.9	
AAE/AANE	1.1	1.1	
AAE/AA	0.5	0.5	

* requerimientos sugeridos de aminoácidos esenciales para adultos [4].

Evaluación de la calidad nutricional

La evaluación de la calidad de las proteínas busca determinar la capacidad de las fuentes de proteínas de los alimentos para satisfacer la demanda metabólica de aminoácidos y nitrógeno. Entre los métodos disponibles para la evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos, el puntaje de aminoácidos en las proteínas permite determinar la efectividad con la que el nitrógeno dietético absorbido puede satisfacer los requerimientos de aminoácidos esenciales en un nivel de ingesta de proteínas seguro [4]. El puntaje de aminoácidos de las VTR y el HVTR se calculó siguiendo la ecuación 1, de acuerdo al patrón de referencia para adultos establecidos por la FAO/OMS.

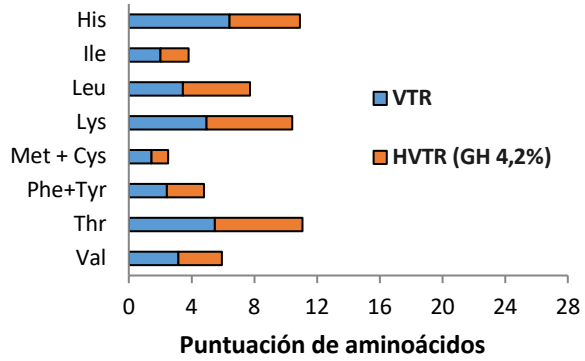


Figura 1. Puntuación de aminoácidos en las proteínas de VTR y HVTR

Los resultados son mostrados en la figura 1. Se puede ver que las VTR y el HVTR con GH 4,2%, presentan un contenido elevado de todos los aminoácidos esenciales, con puntajes químicos entre 1,4 y 6,4. Estos resultados muestran una alta calidad en las proteínas de VTR y HVTR, y sugieren que podrían utilizarse como fuente de proteína de bajo costo, para reducir el déficit de aminoácidos que es frecuente en las dietas de muchos países en desarrollo.

Actividad espumante de VTR y HVTR

Los polipéptidos formados durante el proceso de hidrolisis pueden mejorar la formación de espumas y estabilizarlas al prevenir la coalescencia; sin embargo, la hidrólisis debe ser contralada dado que se ha demostrado que hidrólisis extensas llevan a la perdida de la calidad anfífila de la proteína, ocasionando la disminución de la funcionalidad [6].

En la figura 2 se muestra la capacidad espumante (CE) y la estabilidad de la espuma (EE) para las VTR y los HVTR con diferentes

GHs. Los resultados mostraron las VTR poseen CE previo al proceso de hidrólisis, la cual se ve fuertemente disminuida a pH acido, lo que limitaría su aplicación en una amplia gama de alimentos, similar a lo que ocurre con muchas proteínas. Por esta razón la hidrólisis de proteínas se ha convertido en una técnica cada vez más común ya que mejora la funcionalidad de las proteínas en un amplio rango de niveles de pH [6].

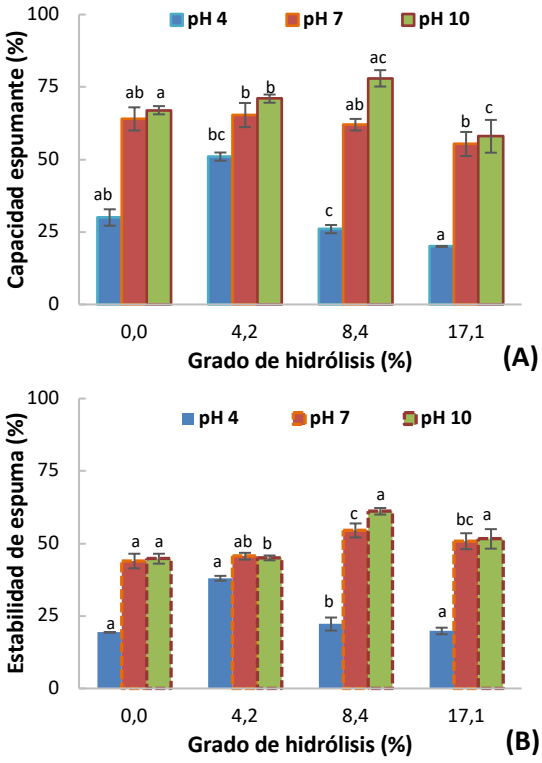


Figura 2. Efecto del GH sobre (A) capacidad espumante y (B) estabilidad de la espuma, de los HVTR bajo diferentes condiciones de pH. [a-c] Diferentes letras indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos de pH ($p < 0.05$).

Hipótesis que fue confirmada, dado que los resultados muestran que la hidrólisis aumenta significativamente la CE de los HVTR a pH 4 y 10 ($p < 0.05$). De esta manera, la mayor capacidad espumante a pH 4 fue alcanzada con el HVTR con GH: 4.2%, el cual presentó una CE 1.7 veces mayor que las VTR sin hidrolizar. Mientras que la mayor actividad a pH 10 fue alcanzada con el HVTR con GH de 8.4% el cual paso de 67.0 ± 1.4 a 78.0 ± 2.8 %. En todos los casos hidrolisis más extensas llevaron a una disminución de la CE.

La formación de espuma se rige por tres factores, incluido el transporte, la penetración y la reorganización de las moléculas en la interfaz aire-agua [7]. Por tanto, el aumento en la capacidad espumante de las proteínas después del proceso de hidrolisis, son atribuibles parcialmente al tamaño reducido de los péptidos en comparación con las proteínas, lo que promueve una mayor solubilidad, que les facilita migrar rápidamente a la interfaz aire-agua, desplegándose y reorganizándose en la interfaz [8]. En este sentido, Balti et al. [9] reportaron que la CE de los hidrolizados de piel y vísceras de sepia común (*Sepia officinalis*), se ve mejorada con el proceso de hidrolisis cuando la reacción alcanza un GH bajo (5-10%), mientras que hidrolisis más extensas llevan a una disminución de la actividad.

En cuanto a la EE, los resultados muestran comportamientos similares a los encontrados para la CE; así la menor estabilidad se encontró con pH 4 y aumentó con el pH. El proceso de hidrólisis mejoró significativamente la estabilidad de la espuma para todas las condiciones de pH evaluadas ($p < 0,05$), alcanzándose los mayores valores con el HVTR con GH de 4.2% para pH 4 y el HVTR 8.4% para pH 10. Adicionalmente, hidrolisis más extensas llevan a una disminución tanto de la CE como de la EE (figura 2). Resultados similares fueron reportados para hidrolizados de proteínas de huevas de atún listado, donde se encontró una menor estabilidad en la espuma formada a medida que aumentaba el GH; y se atribuyó dicha disminución al hecho de que péptidos con cadena más larga podrían formar una lamela alrededor de las burbujas de aire más gruesa y fuerte, que la formada por los péptidos más pequeños obtenidos por con una mayor hidrólisis [7].

III. CONCLUSIONES

Los resultados encontrados sugieren que las VTR representan un material con propiedades funcionales interesantes con potencial aplicación en la industria y que reacciones de hidrólisis con bajo GH pueden mejorar la capacidad espumante y la estabilidad de la espuma.

Las VTR y los HVTR representan una fuente de proteínas de alta calidad nutricional con una proporción de aminoácidos esenciales/aminoácidos no esenciales de 1.1; y que presentan un balance de aminoácidos hidrofóbicos e hidrofílicos adecuado para resaltar las propiedades tecnofuncionales.

AGRADECIMIENTO

Los autores del presente trabajo dan las gracias a la estrategia de Sostenibilidad del Comité para el Desarrollo de la Investigación en la Universidad de Antioquia (CODI) y al programa de financiación de Proyectos de Investigación Especiales (PIE- ECBTIPIE132020) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

REFERENCIAS

[1] Gómez, L. J., Gómez, N. A., y otros 4 autores, Optimization of the Red Tilapia (Oreochromis spp.) Viscera Hydrolysis for Obtaining Iron-Binding Peptides and Evaluation of In Vitro Iron Bioavailability, https://doi.org/10.3390/foods9070883, Foods, 9(7), 883, (2020).

[2] Gómez, L. J., & Zapata, J. E, Efecto del Nivel de Grasa y Velocidad de Agitación en la Hidrolisis Enzimática de Vísceras de Tilapia Roja (Orechromis sp.), https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400007, Info Tecnol, 28(4), 47–56, (2017).

[3] Sepúlveda, C. T., Zapata, J. E., y otros 4 autores, The Preferential Use of a Soy-Rapeseed Lecithin Blend For the Liposomal Encapsulation of a Tilapia Viscera Hydrolysate, https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110530, LWT, 110530. (2020)

[4] WHO/FAO/UNU, Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation, WHO Press, (2007).

[5] Jemil, I., Jridi, M., y otros 6 autores. Functional, Antioxidant and Antibacterial Properties of Protein Hydrolysates Prepared From Fish Meat Fermented by Bacillus Subtilis A26, https://doi.org/10.1016/j.procbio.2014.03.004, Process Biochem, 49(6), 963–972, (2014)

[6] Villamil, O., Váquiro, H., & Solanilla, J. F, Fish Viscera Protein Hydrolysates: Production, Potential Applications and Functional and Bioactive Properties, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.057, Food Chem, 224, 160–171, (2017).

[7] Intarasirisawat, R., Benjakul, S., Visessanguan, W., & Wu, J. Antioxidative and Functional Properties of Protein Hydrolysate from Defatted Skipjack (Katsuwonous Pelamis) Roe, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.076, Food Chem, 135(4), 3039–3048, (2012).

[8] Tavano, O. L., Protein Hydrolysis Using Proteases: An Important Tool for Food Biotechnology, http://dx.doi.org/10.1016/j.molcatb.2013.01.011, J Mol Catal B: Enzym, 90, 1–11, (2013).

[9] Balti, R., Bougatef, A., y otros 4 autores, Influence of Degree of Hydrolysis on Functional Properties and Angiotensin I-Converting Enzyme-Inhibitory Activity of Protein Hydrolysates from Cuttlefish (Sepia Officinalis) by-Products, https://doi.org/10.1002/jsfa.4045, J Sci Food Agric, 90(12), 2006–2014, (2010)

Potencialidad del uso de la Guadua Angustifolia Kunth para el refuerzo en tableros de cemento

Luz Adriana Sánchez Echeverri
Nelson Javier Tovar Perilla
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – CEAD Ibagué
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
luz.sanchez@unad.edu.co
nelson.perilla@unad.edu.co

Eshmaiel Ganjian
Universidad de Coventry
Department of the Built Environment, Faculty of Engineering & Computing, Sir John Laing Building.
Coventry University, UK
E.Ganjian@Coventry.ac.uk

Resumen - La necesidad de materiales de construcción sostenible, respetuosa con el medio ambiente y eficiente energéticamente justifican el interés en el desarrollo de materiales compuestos de cemento reforzados con fibras de Guadua Angustifolia Kunth. Esta planta se caracteriza por sus buenas propiedades mecánicas mostrando una alta resistencia a la flexión y la compresión, por lo que es conocida como el acero vegetal. Si bien la Guadua como material completo es utilizado en diferentes regiones del país para la construcción de viviendas, pocos estudios se han desarrollado para el uso de sus fibras. En esta investigación, fibras de *Guadua Angustifolia Kunth* obtenidas después de un tratamiento alcalino se emplearon como refuerzo en la producción de tableros compuestos de cemento. El tratamiento alcalino tuvo tres niveles diferentes de cocción 1, 2 y 3 horas. Se fabricaron 9 probetas por el método de vaciado con cada uno de los niveles de tratamiento, además la evaluación de las propiedades mecánicas se realizó a los 7, 28 y 180 días de curado. La variación estructural de banda asociadas a carbohidratos estructurales de las fibras debido al tratamiento y la respuesta a la flexión de los tableros a los 7. 28 y 180 días de curado fue evaluada. Se pudo observar que el tratamiento con Hidróxido de Calcio reduce el contenido de compuestos no celulósicos y la inclusión de estas fibras como refuerzo en tableros de cemento genera materiales con propiedades mecánicas adecuadas para su uso en aplicaciones de construcción no estructural.

Palabras clave— Materiales compuestos, Guadua Angustifolia Kunth, Tratamiento Alcalino

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para la realización de los tableros de cemento se utilizaron fibras de Guadua obtenidas de internodos provenientes de la basa del culmo (Figura 1)sembrados en un campo experimental de la Tebaida Quindío-Colombia. El cemento utilizado para la fabricación de los tableros compuestos de cemento fue Cemento Portland Tipo I (CP) con un área superficial específica de 2600 $cm^2\ g^{-1}$ y gravedad específica de 3–3.25 ton m^{-3} satisfaciendo los requerimientos de la norma BS EN 197-1: 2000. Para el proceso el tratamiento alcalino se utilizó Hidróxido de Calcio (PANREAC®).

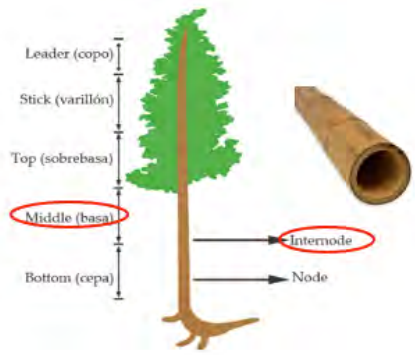


Figura 1. Partes del culmo de la Guadua Angustifolia *Kunth*

Preparación de la Guadua:

Antes del tratamiento alcalino para la obtención de las fibras, los internodos de *Guadua* se cortaron en una máquina de sierra de cinta (Shop Fox W1706) para obtener chips de Guadua de aproximadamente 50 mm x 20 mm x 20 mm; estos trozos se trituraron en un molino de cuchillas (CONDUX CS150 100-2), y pasaron por un tamiz empacador de 0,23 mm. (Figura 2).



Figura 2. Preparación de la Guadua Angustifolia *Kunth* antes del tratamiento alcalino

Tratamiento Alcalino

Para el tratamiento alcalino, se selecciono como variable el tiempo de cocción, se seleccionaron 3 niveles (1h – 2 h y 3h). Para este tratamiento chips de *Guadua* secos se colocaron en una solución saturada de Hidróxido de Calcio con una razón de licor/Guadua 10:1. La solución fue colocada en un autoclave a temperatura de 120 °C ± 5 °C y presión de 1.25 kPa. Todos los tratamientos alcanzaron la temperatura de cocción (120 °C) después de 45 minutos de iniciado el proceso. La Figura 3 muestra el proceso realizado para el tratamiento alcalino.

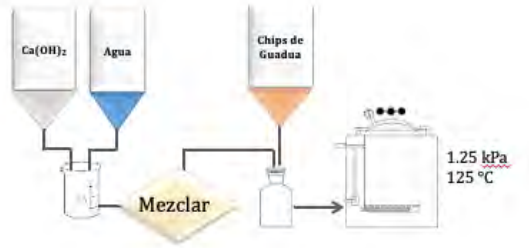


Figura 3. Tratamiento alcalino para obtención de fibras de Guadua Angustifolia *Kunth*

Manufactura de tableros de cemento reforzados con fibras

El proceso de fabricación utilizado fue el proceso de Hatschek con una técnica de vaciado, la fabricación del material es un paso importante ya que influye en las propiedades mecánicas finales. Para la fabricación de CCB en este trabajo se utilizaron como refuerzo fibras de *Guadua* después del tratamiento y como matriz el cemento Portland para formar tableros. El proceso de manufactura se muestran en la Figura 4.



Figura 4. Manufactura del tableros de cemento reforzados con fibras de Guadua Angustifolia *Kunth*

Se elaboraron 3 muestras por cada uno de los niveles del tratamiento alcalino seleccionados, y 3 por cada periodo de curado, para un total de 9 probetas. Con el fin de tener una muestra de control para comparar la efectividad del tratamiento se elaboraron 3 muestras con 5% de fibra de Guadua no tratada.

FTIR - análisis

Se ha documentado que el tratamiento con Hidróxido de calcio permite reducir las bandas de absorción de FTIR relacionadas con la hemicelulosa [1].

Se empleó la técnica FTIR para identificar variaciones del grupo hidroxilo después del tratamiento alcalino. Este grupo es la principal causa de la absorción de agua y provoca una mala interacción entre la matriz y la fibra. Los espectros FTIR se obtuvieron usando un espectrómetro Thermo Electron Corporation (Nicolet 380 FT-IR). Para las mediciones de FTIR, las fibras se mezclaron con Bromuro de Potasio (KBr) en relación 1:10, la mezcla se prensó (8MPa) en un gránulo (Ø = 16 mm). Para cada muestra se tomaron 5 exploraciones entre 400 cm^{-1} y 4000 cm^{-1}, y se analizaron con el software OMINC FT-IR®.

Respuesta mecánica

La prueba de flexión de tableros compuestos de cemento se realizó de acuerdo con el estándar europeo BS EN 12467: 2012 (Láminas planas de fibrocemento. Especificación del producto y métodos de prueba). Las pruebas fueron

realizadas por la máquina de prueba de tracción JJ Lloyd con cargas de 3 puntos. La velocidad de la prueba fue de 5 mm / minuto; separación de haces de 140 mm y ancho de 80 mm.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Manufactura de los materiales

Los tratamientos con Hidróxido de Calcio no se ha documentado tan ampliamente como otros tratamientos alcalinos. Sin embargo, el uso de este compuesto se remonta a tiempos prehistóricos. Se ha mostrado que el tratamiento con hidróxido de calcio disminuye significativamente la lignina en comparación con la biomasa cruda [2]. La fabricación de tableros de cemento con fibras tratadas con Hidróxido de Calcio no ha sido reportado ampliamente. La Figura 5 muestra los tableros obtenidos después del método de manufactura, estos tableros tienen un espesor promedio de 6 mm. Visualmente los tableros obtenidos se asemejan a otros repotados por otros autores que han utilizado otro tipo de tratamiento en las fibras [3]

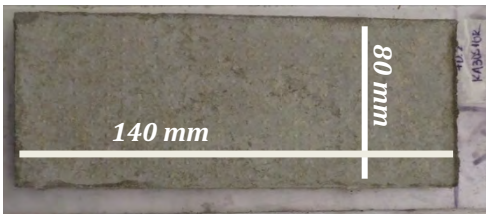


Figura 5. Tablero de cemento Portland reforzado con fibras de Guadua Angustifolia *Kunth*

FTIR análisis

La principal composición química de las fibras de Guadua son la celulosa, lignina y hemicelulosa, integrada principalmente por ésteres, cetonas aromáticas y alcoholes [4]. La Figura 6 muestra los espectros FTIR para fibras no tratadas, así como fibras después de tratamientos con calcio. Dos regiones de los espectros FT-IR tienen la mayor información sobre los compuestos de fibra. La primera región está entre 3800-2800 cm^{-1}: en esta región se encuentra toda la información sobre los grupos hidroxilo (-OH), así como el estiramiento de metilo y metileno, como se muestra en la casilla de verificación de la Figura 6a. La segunda región se denomina "huella digital" de las fibras y se encuentra entre 1800 y 600 cm^{-1} (Figura 6b). En esta región, es posible identificar bandas asignadas a diferentes grupos de lignina, como 1737 (1); 1594 (2), 1510 (3), 1263 (4) y 1130 (5) cm^{-1}. Asimismo, es posible observar bandas comunes asignadas a lignina y celulosa entre 1450 y 1250 cm^{-1}, bandas asignadas a celulosa como: 1317, 1283 y 1060 cm^{-1}, y bandas asignadas a Lignina alrededor de 870 cm^{-1} (6) [5], que está bien definido en espectros sin tratar.

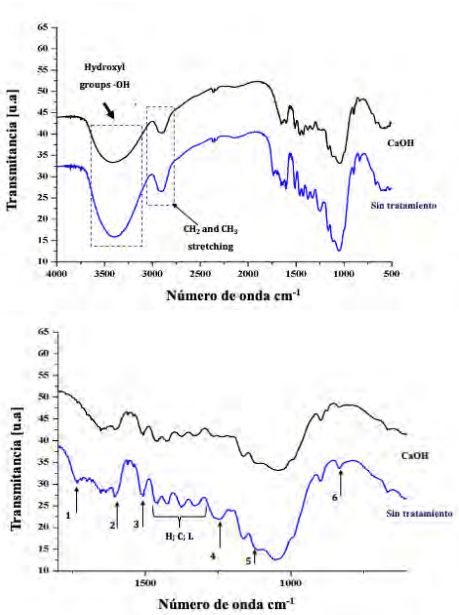


Figura 6. Espectros FT-IR para fibras de Guadua tratadas y no tratadas a) Espectros totales. b) Región de espectro FT-IR entre 1800cm^{-1} y 600cm^{-1}

La región de estiramiento de hidroxilo es particularmente útil para dilucidar los patrones de enlaces de hidrógeno, estos enlaces se consideran responsables de varias propiedades de la celulosa nativa, la lignina y la fibra misma [6]. Es posible ver como el tratamiento de las fibras reduce la banda asociada a los grupos OH, además, bandas asociadas a lignina y hemicelulosa se reducen después del tratamiento, lo que indica una reducción de estos compuestos. Estas modificaciones de la superficie podrían desempeñar un papel importante en la unión entre el cemento y las fibras naturales en los tableros de cemento; y consecuentemente tienen un fuerte impacto en sus propiedades mecánicas.

Respuesta a la flexión

La Figura 7 muestra la comparación de la respuesta de resistencia a la flexión a los 7, 28 y

180 días de curado para los tableros de cemento reforzados con fibras de Guadua tratadas alcalinamente con Hidróxido de Calcio.

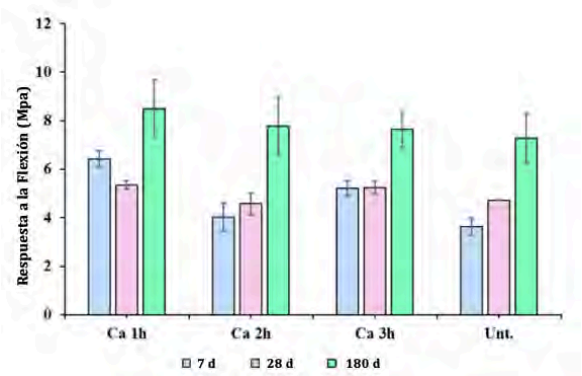


Figura 7. Respuesta a la flexión de tableros de cemento reforzados con fibra de Guadua

A los resultados de la resistencia a la flexión, se les aplicaron dos pruebas estadísticas: ANOVA y prueba de Bonferroni; ambos fueron calculados por el software SPSS®. El Análisis de Varianza (ANOVA), permite definir si existe diferencia estadística entre los resultados, la prueba usó 95% de intervalo de confianza y se calculó el valor p (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la prueba ANOVA para la prueba de resistencia a la flexión a los 7, 28 y 180 días de curado de tableros de cemento reforzados con fibras Guadua tratadas con Hidróxido de Calcio.

	Square sum	DF	Root mean square	F-v	P-v
Entre gr.	92,8	11	8,4	12,3	0
Dentro gr	16,4	24	0,7		
Total	109,2	35			

DF = Grado de libertad

p-v <0,05 diferencia significativa (intervalos de confianza del 95%)

La prueba de Bonferroni permite tener múltiples comparaciones entre resultados. La Tabla 2 muestra los resultados de Bonferroni comparando la resistencia a la flexión.

Los valores de resistencia a la flexión de los tableros de cemento reforzados con fibras de Guadua, son adecuados para acabados de paredes y techos internos y externos según la clasificación como CCB clase 3 categoría C y D de acuerdo con la norma BS EN 12467: 2012. De acuerdo a los resultados de la resistencia a la flexión, se puede observar que el tratamiento con el parámetros de 1h de cocción Ca1h tiene el mejor comportamiento mecánico. Los análisis estadísticos permitieron observar que el tratamiento de las fibras mejora la respuesta mecánica comparada con los tableros fabricados con fibras sin tratameinto.

Tabla 2. Resultados de la prueba Bonferroni para la comparación en la respuesta a la flexión a los 7, 28 y 180 días de curado para los tableros de cemento reforzados con fibras de *Guadua* tratadas con Hidróxido de Calcio.

		7 días				28 días				180 días			
		Ca 1h	Ca 2h	Ca 3h	Unt	Ca 1h	Ca 2h	Ca 3h	Unt	Ca 1h	Ca 2h	Ca 3h	Unt
7 días	Ca 1h				*								
	Ca 2h										*		
	Ca 3h												
	Unt	*											*
28 días	Ca 1h									*			
	Ca 2h										*		
	Ca 3h												
	Unt												
180 días	Ca 1h					*							
	Ca 2h		*				*						
	Ca 3h												
	Unt				*								

III. CONCLUSIONES

El tratamiento alcalino mostró modificaciones en las fibras de Guadua. Aunque el tratamiento con calcio no remueve completamente los compuestos no celulósicos, mostró resultados adecuados y es posible seguir explorando este tratamiento como una nueva alternativa, debido a su bajo impacto ambiental.

De acuerdo a los resultados de los valores de resistencia a la flexión permite clasificar estos materiales clase 3 categoría C y D de acuerdo con la norma BS EN 12467: 2012.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a el personal del laboratorio de la Universidad de Coventry por el apoyo en la manufactura y caracterización de los tableros de cemento

REFERENCIAS

[1] Sedan, D., Pagnoux, C., Chotard, T., Smith, A., Lejolly, D., Gloaguen, V., & Krausz, P. (2007). Effect of calcium rich and alkaline solutions on the chemical behaviour of hemp fibres. J Mater Sci, 42, 9336–9342.

[2] Jackson, J. J., & Montross, M. D. (2016). A molar basis comparison of calcium hydroxide, sodium hydroxide, and potassium hydroxide on the pretreatment of switchgrass and miscanthus under high solids conditions. *Industrial Crops and Products*, 92, 165–173. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.08.010

[3] Savastano, H., Agopyan, V., Nolasco, A. M., & Pimentel, L. (1999). Plant fibre reinforced cement components for roofing. Construction and Building Materials, 13(8), 433–438. https://doi.org/10.1016/S0950-0618(99)00046-X.

[4] Abraham, E., Deepa, B., Pothen, L. A., Cintil, J., Thomas, S., John, M. J., Narine, S. S. (2013). Environmental friendly method for the extraction of coir fibre and isolation of nanofibre. Carbohydrate Polymers, 92(2), 1477–1483. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.10.056

[5] Popescu, C.-M., Singurel, G., Popescu, M.-C., Vasile, C., Argyropoulos, D., & Willford, S. (2009). Vibrational spectroscopy and S-ray diffraction methods to establish the diffeences between hardwood and softwood. Carbohydrate Polymers, 77, 851–857.

[6] Poletto, M., Zattera, A., & Santana, R. (2012). Structural differences between wood species: Evidence from Chemical composition, FTIR Spectrscopy, and Thermogravimetric analysisi. Journal of Applied Polymer Science, 126(336–343).

Estrategia Electroquímica para la Obtención de Materiales tipo Grafeno. Caracterización Morfológica, Molecular y Eléctroquímica.

[1]Romina Viviana Valenti
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de la Plata - UNLP , Argentina
Correo electrónico: romi.valent.inifta@gmail.com

[2]Eduart Gutiérrez
Facultad de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Colombia
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD
Correo electrónico Eduart.gutierrez@unad.edu.co

Claudio A. Gervasi
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de la Plata - UNLP , Argentina
Correo electrónico: gervasi@inifta.unlp.edu.ar

María José Rodríguez Presa
Facultad de Ciencias Exactas
Universidad Nacional de la Plata - UNLP , Argentina
Correo electrónico: majoserp@gmail.com

Resumen - Desde el comienzo de la "era de grafeno" post-2004, ha habido un gran interés en el desarrollo de materiales a base de grafeno de alta pureza, alto rendimiento y con una ruta de fabricación escalable, tanto para fines de investigación primaria y producción industrial. Desde entonces han sido propuestas varias rutas aplicadas a la producción de grafeno incluyendo exfoliación mecánica de grafito, exfoliación en fase química, oxidación del grafito, pirolisis, entre otras. Pero, ninguna de estas rutas es razonable en costos energéticos y de demanda para producir a gran escala, sin mencionar que algunos de estos métodos no son adecuados desde el punto de vista ambiental. Se propone en este trabajo una ruta de síntesis para la obtención de óxido de grafeno a partir de grafito, empleando etapas sucesivas de intercalación y exfoliación electroquímica en H2SO4 de distinta concentración. Se ensayaron diferentes condiciones de potencial de intercalación y de exfoliación y tiempo de aplicación para cada etapa, así como diferentes concentraciones de ácido. La morfología, composición y defectos estructurales del material obtenido fueron caracterizados mediante Microscopía Electrónica de Transmisión, Espectroscopia de Fotoelectrones Emitidos por Rayos X y Espectroscopia Raman respectivamente. Para evaluar la actividad electroquímica de estos materiales se utilizó la cupla ferrocianuro-ferricianuro como par redox testigo y las técnicas de voltamperometría cíclica y espectroscopía de impedancia electroquímica. Los resultados obtenidos muestran la obtención de materiales grafénicos mediante una estrategia simple, económica y amigable con el ambiente. Los mismos no mostraron poseer mejor actividad electrocatalítica frente a la cupla ferro-ferricianuro respecto del carbón vítreo, pero si la posibilidad de controlar la relación C/O y el grado de sulfatación, parámetros que determinan sus propiedades electroquímicas y posibles aplicaciones en el desarrollo de sensores electroquímicos.

Palabras clave— Grafeno, electroquímica, nanotecnología, sensores.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La exfoliación electroquímica de grafito para la obtención de grafeno o materiales de Óxido de Grafeno Exfoliado Electroquímicamente (EGO) se llevó a cabo mediante una estrategia de síntesis en dos pasos, aplicando primero un potencial de menor intensidad al electrodo de trabajo (proceso de intercalación) seguido de la aplicación de un

potencial de mayor intensidad (paso de exfoliación). Los valores del potencial de intercalación aplicado fueron 1.5V y 2.0V, mientras que el de exfoliación se mantuvo en 3.0V y 3.5V. Para la optimización del experimento se utilizó un diseño experimental de tres factores ordenados aleatoriamente. El material grafenoide producido se recogió por centrifugación, se enjuagó con agua bidestilada hasta pH neutro y se secó a 60ºC. Como electrolito para la intercalación - exfoliación se prepararon soluciones de ácido sulfúrico de 0,05 M, 0,10 M y 0,50 M, utilizando agua bidestilada y ácido sulfúrico concentrado (Merck, 95-97% P/P, δ = 1,84 g / ml, P.M = 98,08). Para los experimentos electroquímicos se utilizó un sistema de tres electrodos (Ref), empleando como electrodo de trabajo (WT) barras de grafito (Sigma Aldrich, pureza 99,999%), de 6 mm de diámetro y 1 cm de largo. Como electrodo auxiliar y referencia fueron empleados alambre de platino y un electrodo de Ag/Cl respectivamente. El proceso de síntesis se realizó aplicando un potencial constante de diferentes intensidades, en diferentes soluciones de H2SO4 y a diferentes tiempos (tabla 1) utilizando un potenciostato "AUTOLAB PGSTAT 204" (Metrohm Autolab B.V., Países Bajos).

- Caracterización Morfológica y molecular

Los espectros Raman se obtuvieron utilizando un espectrómetro Renishaw 2000 equipado con tres rayos láser de 532, 633 y 785 nm, y un detector de cámara CCD, una fuente de calibración interna y un portamuestras digital controlado por el software Wire 2.0. Los espectros XPS se realizaron en un espectrómetro SPECS Sage HR 100 con una fuente no monocromática (línea de Mg Kα 1253.6 KeV, 250W de potencia aplicada y usando el método de ancho completo a media altura máxima de 1.1 eV para calibrar - con el 3d 5/2 linea plateada). Para imágenes de Microscopía Electrónica de Transmisión se un usó un JEOL JEM-1400PLUS (40 kV - 120 kV) equipado con una cámara GATAN US1000 CCD (2k x 2k), y un Image Plate System DITABIS (6k x 5k).

- Caracterización Electroquímica

Se prepararon soluciones de los EGO obtenidos mediante dilución en agua bidestilada mediante sonicación. Se pulieron mecánicamente electrodos de carbono vítreo incrustados en Teflon utilizando una suspensión de alúmina. Los electrodos modificados se prepararon dejando caer 50,0 µL de solución acuosa EGO sobre la superficie del electrodo de carbono vitreo pulido y limpio, el solvente es posteriormente evaporado en un horno a 60 ° C. Los estudios electroquímicos del electrodo modificado se llevaron a cabo en una solución de KCl 0,1 M que contenía K_3 [Fe (CN) $_6$] / K_4 [Fe (CN) $_6$] 1 mM (Relación molar 1:1) también en un sistema de tres electrodos como el descrito anteriormente en atmósfera de nitrógeno, empleando un potenciostato 'Autolab PGSTAT 204 (Metrohm Autolab BV, Países Bajos) controlado por el software Nova 2.1. Las respuestas voltamperométricas de las diferentes muestras se midieron en un rango potencial de -0,4 V a 0,8 V (frente a Ag/AgCl) a una velocidad de exploración de 25, 50, 75, 100 y 200 mV/s con tres exploraciones cíclicas consecutivas. La espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS) se realizó con un rango de frecuencia de 10^{-2} Hz - 50 kHz, aplicando un de potencial 0,20 V y una amplitud de perturbación de 5 mV. El análisis de los datos obtenidos durante las mediciones de impedancia electroquímica se realizó ajustando los espectros experimentales a la impedancia de un circuito equivalente utilizando el software Nova.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Condiciones Experimentales Interlación - Exfolación de grafito

Tratamiento (T)	Potencial de Intercalación (Ei / V vs. Ag/AgCl)	Potencial de Exfoliación (Ee / V vs. Ag/AgCl)	Concentración H2SO4 (Mol*L-1)
1	1,5	3,0	0,05
2	1,5	3,5	0,05
3	2,0	3,0	0,05
4	2,0	3,5	0,05
5	1,5	3,0	0,1
6	1,5	3,5	0,1
7	2,0	3,0	0,1
8	2,0	3,5	0,1
9	1,5	3,0	0,5
10	1,5	3,5	0,5
11	2,0	3,0	0,5
12	2,0	3,5	0,5

En este trabajo se realizó la síntesis de materiales EGO a partir de barras de grafito, empleando etapas sucesivas de intercalación y exfoliación electroquímica en H_2SO_4 de distinta concentración. Se ensayaron diferentes condiciones de potencial de intercalación y de exfoliación y tiempo de aplicación para cada etapa. En la mayoría de tratamientos se obtuvieron materiales del tipo laminar en la escala nanométrica, con longitudes que van desde unos cientos de nanómetros hasta los micrómetros, y con espesores menores a 10 nm. La figura 1, ilustra uno de los materiales obtenidos mediante la metodología aquí descrita, empleando el tratamiento T9.

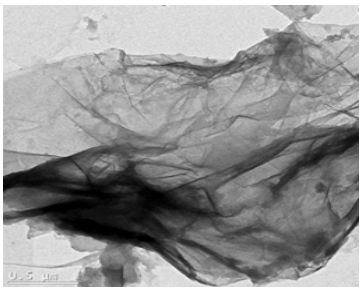


Figura 1. Micrografía TEM material grafenoide (T9).

Los materiales EGO también fueron caracterizados mediante espectroscopía de fotoelectrones de rayos X (XPS) para obtener información de la superficie después de diferentes tratamientos (T1 - T12) y evaluar el contenido de grupos funcionales de oxígeno y azufre que podrían jugar un papel significativo en la propiedades electroquímicas de materiales de tipo grafeno [1]. Los espectros XPS de inspección(Figura 2) muestran los picos esperados de C 1s y O 1s a 285 y 532 eV, respectivamente. Es de notar, que también se detectó el pico S 2p (164 eV), lo que indica que las muestras están siendo dopadas con azufre en el tratamiento. Después de diferentes tratamientos, el contenido de oxígeno y azufre en el EGO alcanza aproximadamente 18% - 36% y 1,4% - 4,3% respectivamente.

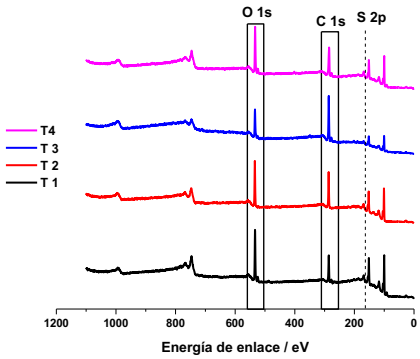


Figura 2. Espectros XPS de inspección tratamientos T1-T4

La espectroscopia Raman una técnica informativa rápida, no destructiva y única, la cual permite estudiar y obtener información de estructuras, tipos de defectos y numero de capas en materiales carbonosos con hibridación sp2 y sus alótropos [2 - 3]. Así, los espectros Raman de la mayoría de las formas del carbono de interés practico incluyen 3 bandas principales, denominas banda G (1580 cm-1), banda D (1350cm-1) y banda 2D (2700 cm-1) (Figura 3). La intensidad de las bandas D y G, expresan el desorden en la estructura, de acuerdo con la relación de carbonos sp2/sp3. El valor para la relación ID/IG de los materiales obtenidos en este trabajo, mediante diferentes tratamientos de exfoliación e intercalación asistidas electroquímicamente en H_2SO_4 (0.05, 0.1 y 0.5 M) se encuentra entre 0.55 a 0.78 en los tratamientos 1 al 4, y, en los tratamientos del 5 al 12 la relación se mantuvo entre 0.7 y 1.1, sugiriendo un aumento en el número de defectos en el material como consecuencia del aumenta en el tratamiento; el incremento en la intensidad de la señal de la banda D (figura 3) evidencia la aparición de defectos en el material dependientes del tratamiento.

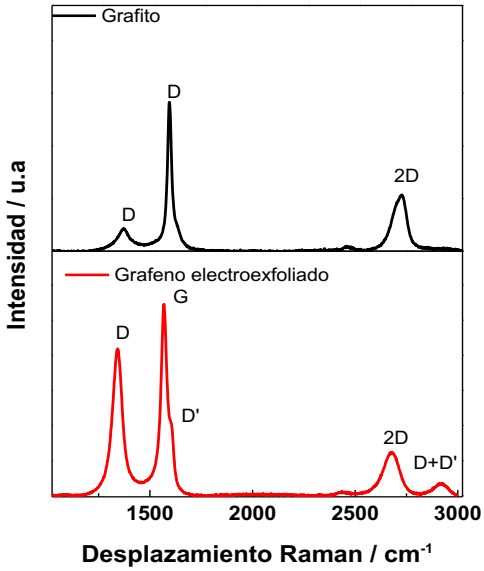


Figura 3. Espectros Raman de Grafito y oxido de grafeno obtenido electroquímicamente en H_2SO_4

Con los Diferentes EGO obtenidos se modificaron electrodos de carbón vítreo con la técnica de "drop casting" empleando suspensiones de EGO en agua de diferente concentración [4]. Para evaluar la actividad electroquímica de los electrodos modificados se utilizó la cupla ferrocianuro-ferricianuro como par redox testigo y las técnicas de voltamperometría cíclica y espectroscopía de impedancia electroquímica. La complejidad de gobernar en la síntesis el área activa final del electrodo modificado, plantea un desafío en el modo de evaluación de la capacidad electrocatalítica que según se presenta en la literatura, es dificultoso y muchas veces erróneo. Se propone entonces un novedoso y simple análisis cualitativo, que permite una rápida y precisa categorización de muestras según su capacidad electrocatalítica. La misma se basa en la variación de la posición y altura del máximo de la fase (φ) del vector impedancia en un gráfico φ vs. logaritmo de la frecuencia (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros extraídos de la caracterización electroquímica

Exp.	ΔE (mV)	R_{ct} ($\Omega.cm^2$)	φ_{max}(°)	f (Hz)
Blanco	76	341,39	28,01	609,51
1_d	73	2916,7	47,95	5,42
3_c	78	6137,6	48,52	1,54
3_d	93	1667,7	42,55	13,86

III. CONCLUSIONES

Se obtuvieron materiales grafénicos mediante una estrategia simple, económica y amigable con el ambiente. Los mismos no mostraron poseer mejor actividad electrocatalítica frente a la cupla ferro-ferricianuro respecto del carbón vítreo, pero la estrategia si permite controlar la relación C/O y el grado se sulfatación, parámetros claves en las propiedades electroquímicas del material.

El análisis cualitativo propuesto a partir de la impedancia electroquímica nos permitió la selección de las mejores condiciones de síntesis del EGO, como material precursor de un material con futuras aplicaciones electroanalíticas.

REFERENCIAS

[1] Brownson, D. A. C., Kampouris, D. K., Banks, C. E. (2012). Graphene electrochemistry: fundamental concepts through to prominent applications. Chem. Soc. Rev. 41, 6944-6976.

[2] Martín, A., Escarpa, A. (2014). Graphene: the cutting–edge interaction between chemistry and electrochemistry. TrAC, Trends Anal. Chem., 56, 13-26.

[3] Abdelkader, A.M., Cooper, A.J., Dryfe, R.A.W., Kinloch, I.A. (2015). How to get between the sheets: a review of recent works on the electrochemical exfoliation of graphene materials from bulk graphite. Nanoscale, 7, 6944-6956.

[4] Wang,H., Wei,C., Zhu, K., Zhang,Y., Gong,C., Guo,J., Zhang,J., Yu,L., Zhang, J. (2017). Preparation of Graphene Sheets by Electrochemical Exfoliation of Graphite in Confined Space and Their Application in Transparent Conductive Films. ACS Appl. Mater. Interfaces, 9, 34456−34466

Metodología para la estandarización de los tiempos de corte en confección. Caso empresa de dotaciones

Ana María Sáenz Díaz
Carol Natalia Sierra Aponte
Universidad de Ibagué, Colombia
2320151078@estudiantesunibague.edu.co

Luz Adriana Sánchez Echeverri
Nelson Javier Tovar Perilla
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – CEAD Ibagué
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
luz.sanchez@unad.edu.co
nelson.perilla@unad.edu.co

Resumen – La producción de prendas de vestir es un renglón muy importante de la economía para países en vía de desarrollo. Los aspectos más importantes para la sostenibilidad de este tipo de empresas es la alta velocidad de producción y la entrega oportuna de los pedidos a los clientes, las cuales se consiguen a partir de un adecuado proceso de planeación, programación y control de la producción, los cuales son imposibles de desarrollar sin la estandarización de sus procesos productivos.

En el presente trabajo se presenta el desarrollo de una metodología para el cálculo de los tiempos de producción en el área de corte y su implementación en una empresa de confecciones dedicada a la producción de prendas de dotación industrial.

Para la metodología se siguieron 5 fases: En la primera fase se clasificaron las diferentes etapas del proceso de corte, posteriormente se desarrolló la metodología para la toma de tiempos en cada fase del proceso, la tercera fase consistió en el calculó del número de muestras a tomar por cada actividad, la cuarta fase consistió en determinar los suplementos requeridos en cada proceso y en la última fase se determinó el tiempo estándar de corte para las deferentes prendas.

El principal aporte de la metodología consistió en la clasificación de los diferentes tipos de corte por su grado de dificultad, para generar una velocidad promedio de corte que permita su posterior utilización en las diferentes prendas que la Empresa vaya a confeccionar.

El principal resultado del estudio consistió en conocer el tiempo final del proceso completo de corte, con el cual se podrá realizar la planeación, y programación de la confección de las prendas, la cual es realizada por talleres externos y se podrá controlar el proceso para cumplir con los requerimientos de los clientes.

Palabras clave— Estandarización, Estudio de tiempos, Proceso de corte, Producción de prendas de vestir.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de tiempos es una técnica para la medición y el registro del tiempo y el ritmo de trabajo que constituyen las actividades de una tarea, la cual es realizada bajo ciertas condiciones [1].

Para el desarrollo del estudio de tiempos se tuvieron en cuenta las fases mostradas en la Figura 1.



Figura 1. Proceso metodológico para el desarrollo del estudio de tiempos

En la fase de preparación se estudió el área de corte para conocer la operación que se realizaba en el área y los diferentes pasos desarrollados, se preparó el equipo de trabajo para la medición de tiempos (cronómetro, tablero de observaciones y dispositivo móvil para grabación de actividades). Se seleccionaron las prendas con mayor número de pedidos de la Empresa a partir del registro de las órdenes de producción. Así mismo, para el cálculo de los tiempos estándar en el proceso de corte, se realizó un análisis previo de las piezas que conforman cada una de las prendas y se clasificaron en tres tipos de corte: Lineal, semicurvo y curvo, dado el nivel de dificultad de cada operación.

En la fase de ejecución se dividió el proceso de corte en cuatro operaciones fundamentales: Tendido de tela, tendido guía, corte y etiquetado. Para obtener los tiempos de ejecución se utilizó el cronometro en las operaciones de tendido de tela, guía y etiquetado; mientras que para la operación corte fue necesario utilizar un dispositivo móvil para grabar los movimientos que realizaba el operario por cada pieza que cortaba, de esta manera se obtuvo el registro de tiempos de los tipos de corte establecidos anteriormente. Se realizó una toma inicial de 20 datos de los tiempos de ejecución de cada uno de los trazos en la operación corte para determinar el número necesario de tomas para el estudio de tiempos el cual se calculó a partir de la Ecuación 1.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{(n\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \qquad \text{Ec. 1}$$

Dónde:
n: Tamaño de la muestra final
n': Número de observaciones del estudio preliminar
x: tiempo observado de operación

En la fase de valoración se evaluó el ritmo de trabajo de los operarios del área de corte a partir de la utilización del método de calificación Sistema Westinghouse en el cual se tienen en cuenta criterios como la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia [2].

En la cuarta fase, se calcularon los suplementos. Otro criterio de gran importancia para la valoración del ritmo de trabajo, son los suplementos ya que a la hora de tomar los tiempos no se tienen en cuenta las demoras, por lo tanto, se deben hacer ajustes para compensar las pérdidas [3]. Los suplementos se clasificaron en suplementos constantes, suplementos especiales y suplementos totales [3] y se aplicaron para el cálculo del tiempo de ciclo total, tiempo de la máquina y tiempo al esfuerzo manual.

La última fase del proceso consistió en el cálculo del tiempo estándar. Éste es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. [1].

El tiempo estándar se determinó en tres pasos: Primero, se calculó el tiempo promedio por elemento teniendo en cuenta cada una de las referencias y cada una de las operaciones (tendido, tendido guía, grapado, corte y etiquetado) mediante la aplicación de la Ecuación 2.

$$Te = \frac{\sum X_i}{n} \qquad \text{Ec. 2}$$

Dónde:
n: Tamaño de la muestra final
Xi: tiempo observado de operación

Luego se calculó el tiempo normal o base (Tn) mediante la Ecuación 3.

$$Tn = Te * (valoración\ en\ \%) \qquad \text{Ec. 3}$$

Dónde:
Te: Tiempo promedio por operación
Valoración en %: Porcentaje de la valoración del ritmo de trabajo

Por último, al tiempo normal se le sumaron los suplementos que se calificaron anteriormente según las condiciones del proceso, teniendo como resultado el tiempo estándar (Tt) por elemento mediante la aplicación de la Ecuación 4.

$$Tt = Tn(1 + tolerancias) \quad \text{Ec. 4}$$

Dónde:
Tn: Tiempo normal
Tolerancias: Suplementos calculados

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer paso para el desarrollo del estudio consistió en determinar las prendas más representativas de la Empresa, las cuales fueron las camisetas tipo polo, pantalones y jeans (Figura 2).

a) Polo b) Pantalón c) Jean



Figura 2. Prendas más representativas por el volumen de producción de la Empresa

Las diferentes piezas de las prendas se clasificaron por su nivel de dificultad. La Figura 3 muestra algunas de las piezas y cómo fueron clasificadas. La letra X en las figuras indica el tipo de trazo clasificado (lineal, semicurvo o curvo).

a) Trazo lineal b) Trazo semicurvo c) Trazo curvo



Figura 2. Clasificación de los tipos de corte por su nivel de dificultad

La Tabla 1 muestra los tiempos observados y el tiempo promedio en las operaciones de tendido de la tela, tendido de la guía, grapado y etiquetado de las tres prendas analizadas. Para el cálculo de los tiempos se tuvo en cuenta el número de unidades de la orden de producción, el tipo de tela, el número de capas y el largo del tendido.

Tabla 1. Tiempos de las operaciones de tendido, tendido de la guía, grapado y etiquetado

Operación	Polo	Jean	Pantalón
Tendido	TO: 149.01 TE: 0.29	TO: 43.02 TE: 0.13	TO: 42.58 TE: 0.03
Tendido de la guía	TO: 4.33 TE: 0.92	TO: 20.12 TE: 2.79	TO: 2.14 TE: 0.49
Grapado	TO: 22.10 TE: 2.80	TO: 13.25 TE: 2.05	TO: 4.16 TE: 0.95
Etiquetado	TO: 37.27 TE: 0.02	TO: 44.13 TE: 0.05	TO: 3.39 TE: 0.0002

TO: Tiempo observado en minutos
TP: Tiempo promedio en minutos por metro

Para el cálculo de los tiempos promedio de corte se determinó el tamaño de la muestra a partir de 20 observaciones iniciales (Ec. 1) por cada tipo de corte y de prenda (Tabla 2).

Tabla 2. Tamaño de la muestra final y tiempos promedio de corte

Corte	Polo	Jean	Pantalón
Lineal	n: 16 TE: 6.95	n: TE:	n: TE:
Semicurvo	n: 14 TE: 5.72	n: TE:	n: TE:
Curvo	n: 10 TE: 4.20	n: TE:	n: TE:

n: Tamaño de la muestra final calculado con la Ec. 1
TP: Tiempo promedio en centímetros por segundo

Finalmente, se calcularon el tiempo normal a partir del factor de desempeño calculado por el Sistema Westinghouse cuyo valor fue 1.19 (Tabla 3) y el tiempo estándar mediante la adición de los suplementos calculados (Tabla 4).

Tabla 3. Factor de desempeño calculado por el Sistema Westinghouse

Factor	Calificación	Valoración

Habilidad	B2	0.08
Esfuerzo	B2	0.08
Condiciones	C	0.02
Consistencia	C	0.01
Desempeño		1.09

Tabla 4. Valoración de los suplementos

Tipo de Suplemento	Valor
Suplementos Constantes	
- Por necesidades personales	5
- Suplemento base por fatiga	4
Suplementos Variables	
- Suplemento por trabajar de pie	2
- Suplemento por postura anormal	0
- Suplemento por incomodidad	2
Mala Iluminación	
- Ligeramente por debajo estimado	0
Condiciones Atm (Calor, Humedad)	
- Medida en termómetro de kata: 10	3
Concentración Intensa	
- Trabajo de gran precisión o muy fatigoso	5
Ruido	
- Intermitentes y fuerte	2
Tensión Mental	
- Proceso complejo: atención en exceso	4
Monotonía Mental	
- Trabajo bastante monótono	1
Tedio	
- Trabajo aburrido	2
Valoración Total	30

La Tabla 5 muestra los tiempos normales y estándar por cada operación y tipo de prenda.

Tabla 5. Tiempos de las operaciones por cada tipo de prenda

Operación	Polo	Jean	Pantalón
Tendido	Tn: 0.34* Tt: 0.44*	Tn: 0.16* Tt: 0.20*	Tn: 0.03* Tt: 0.04*
Tendido de la guía	Tn: 1.09* Tt: 1.42*	Tn: 3.32* Tt: 4.31*	Tn: 0.58* Tt: 0.76*
Grapado	Tn: 3.33* Tt: 4.32*	Tn: 2.44* Tt: 3.18*	Tn: 1.13* Tt: 1.47*
Etiquetado	Tn: 0.023* Tt: 0.03*	Tn: 0.01* Tt: 0.01*	Tn: 0.0002* Tt: 0.0003*
Corte lineal	Tn: 8.27** Tt: 10.75**	Tn: 8.68** Tt: 11.29**	Tn: 6.94** Tt: 9.02**
Corte semicurvo	Tn: 6.80** Tt: 8.84**	Tn: 8.15** Tt: 1059**	Tn: 6.78** Tt: 8.81**
Corte curvo	Tn: 5.00** Tt: 6.50**	Tn: 6.00** Tt: 7.80**	Tn: 5.91** Tt: 7.68**

Tn: Tiempo normal (* minutos por metro, ** centímetros por segundo)
Tt: Tiempo estándar (* minutos por metro, ** centímetros por segundo)

III. CONCLUSIONES

La empresa no cuenta con un proceso de estandarización en el área de corte lo que genera puntos críticos y causa deficiencias en la producción. Por tal razón el estudio realizado permitirá a la empresa incrementar la productividad debido a que habrá un control en el tiempo de cada operación y el operario tendrá un límite de tiempo para trabajar en cada prenda establecida a partir de la orden de producción.

Los tiempos de corte lineal se realizan en menor tiempo con respecto a los cortes semicurvos y curvos los cuales se realizan en tiempos similares y/o promedios ya que requieren de mayor precisión.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Empresa de confecciones que permitió la realización del estudio. No se revela el nombre de la Empresa por efectos de confidencialidad en el manejo de la información.

REFERENCIAS

[1] García, R. (2005). Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda edición. McGraw Hill. México D.F.
[2] Lowry, S., Maynard, H. y Stegemerten, G. (1940). Time and. motion study and formulas for wage incentives. Tercera edición. McGraw-Hill. Nueva York.
[3] Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). Métodos, estándares y diseño del trabajo. Primera edición. McGraw Hill Interamericana. México D.F.

Caracterización sensorial de una bebida fermentada innovadora con inclusión de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) para fortalecer la agrocadena en Cundinamarca

Daniel Felipe Cañón Rodríguez [1], Ruth Mary Benavides Guevara[2], Ibeth Rodríguez Gonzalez[3]
Ingeniería de Alimentos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia.
[1] dfcanonr@unadvirtual.edu.co
[2] ruth.benavides@unad.edu.co
[3]ibeth.rodriguez@unad.edu.co

Resumen – El objetivo de este estudio fue evaluar la aceptación sensorial de una bebida fermentada con tres tratamientos con diferentes niveles de inclusión (T_0: 0%, T_1: 5% y T_2:10%) de extracto de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) cultivada en Cundinamarca, así como caracterizar el mejor tratamiento. Para evaluar el efecto de la inclusión del extracto de harina de quinua, se consideró un panel sensorial que evaluó los atributos de la bebida sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general. Se encontró que T_1 obtuvo una valoración superior en el puntaje obtenido a partir de la escala hedónica que T_0 y T_2. Posterior, se determina algunas características fisicoquímicas para T_1, las cuales fueron: Proteína 3,35%, Acidez titulable 0,769% m/m ácido láctico, pH 4,58 y concentración de Solidos totales 17,62°Brix. Finalmente se realiza una caracterización microbiológica cumpliendo los requisitos establecidos por la normatividad NTC 805.

Palabras clave—, Fermentación ácido-láctica, harina de quinua, lactosuero, agrocadena

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

En este estudio se empleó harina de quinua Blanca Dulce de Subachoque Cundinamarca (457249N, 7408261W) en Colombia, lactosuero dulce parcialmente desmineralizado en polvo marca comercial CIMPA, leche entera en polvo marca comercial LATTI, azúcar, pulpa natural de mango de azúcar (*mangifera indica*) y gelatina.

Se utilizó el cultivo starter mixto comercial Lyofast YAB 452 BB para la fermentación acido láctica: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, cepas probióticas *Lactobacillus acidophilus*, y *Bifidobacterium animalis ssp. lactis*.

Elaboración de la bebida fermentada

Se realizaron tres tratamientos con diferentes porcentajes de inclusión de extracto de harina de quinua que se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Formulación de los tratamientos realizados

	T_0	T_1	T_2
Extracto (%)	0	5	10

Lactosuero (%)	49	46,5	44
Leche (%)	49	46,5	44
Azúcar (%)	2	2	2

Fuente: autoría propia

El extracto de quinua se realizó mediante una extracción solido-liquido en una relación 1:6 de harina: agua, la reconstitución del lactosuero en una relación 1:6 de lactosuero: agua y la leche en polvo se reconstituyó en una relación 1.3:4 de leche: agua. La mezcla fue sometida a pasteurización durante 15 minutos a 85°C. Se inoculó 0,03% del cultivo starter a 40ºC y fermentada (mini pasteurizador eléctrico marca CI Talsa), hasta alcanzar un pH cercano a 4,5 y acidez titulable superior a 0,7% ácido láctico, al culminar la fermentación se realizó la adición de la pulpa natural de mango (13%). Finalmente, se enfría durante 8 horas a temperatura de refrigeración (4 +/-2°C).

Evaluación sensorial

Para evaluar la aceptación sensorial de las bebidas fermentadas, se entregaron muestras codificadas con una numeración aleatoria y fueron sometidas a una evaluación sensorial por un panel de consumidores de 28 jueces (el personal de la universidad), fue integrado por hombres y mujeres en un rango de edad entre 20 y 60 años, se empleó la escala hedónica de categoría 5 puntos (1-Me disgusta mucho; 5-Me gusta mucho) como herramienta para la evaluación del grado de aceptación, los atributos evaluados por los panelistas fueron: sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general [1]-[2].

Análisis fisicoquímico

Para la determinación de proteína en las muestras se empleó el método Kjeldahl AOAC, 927.03 [3]. Se realizó medición de concentración de solidos solubles mediante la AOAC 22024 [4], medición de acidez titulable al considerar la AOAC 10041 [5] y pH mediante la NTC 440 [6].

Análisis microbiológico

Se realizó análisis microbiológicos según los parámetros propuestos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas para productos lácteos, leches fermentadas NTC 805 [7], empleando los métodos establecidos por la Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos ICMSF [8].

Diseño experimental

En este estudio se realizó un diseño experimental de un factor con dos niveles, descrito en la tabla 2.

Tabla 2. Diseño experimental

Tratamiento	Factor	Análisis sensorial
0	HQ 0%	A1
1	HQ 5%	A2
2	HQ 10%	A3

Fuente: autoría propia

Análisis estadístico

Se utilizo análisis de varianza no paramétrica para un diseño de un solo factor, utilizando el software de análisis estadístico STATGRAPHICS Centurion Versión 19.1.2, realizando comparación entre tres tratamientos con test de Friedman ($p < 0,05$)

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fermentación de las bebidas con inclusión de quinua se logró durante 4 horas y 30 minutos para alcanzar las características fisicoquímicas esperadas. Resaltando que La inclusión de lactosuero, leche entera y extracto de quinua en los tratamientos evaluados mejoro los tiempos de fermentación, al comparar dichos resultados con otros estudios de matrices netamente vegetales [9]-[10] o 100% lactosuero [11], reportaron que los tiempos de fermentación corresponden de 20 a 30 horas. Se concluye, que mejorar los tiempos de fermentación

facilita la transferencia tecnología a la agrocadena de la región.

A continuación, se presenta los resultados sensoriales obtenidos para las bebidas fermentadas.

Análisis sensorial

Los resultados de la escala hedónica de 5 puntos que se obtuvieron en la evaluación sensorial para los dos tratamientos se presentan en la figura 1.

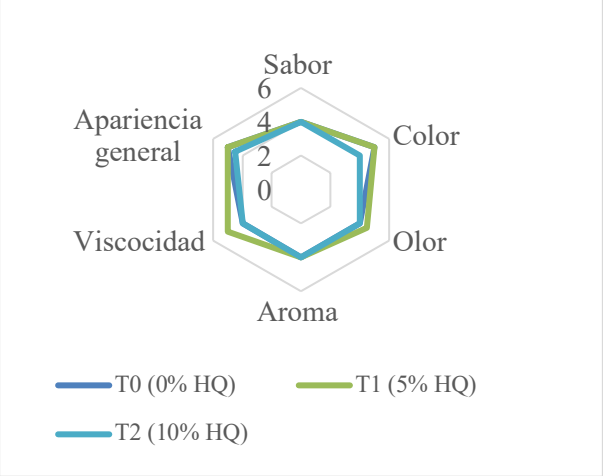


Figura 1. Evaluación sensorial de la bebida fermentada

Valores presentados como mediana mínimo y máximo del puntaje en escala hedónica ($n = 5$)

Fuente: autoría propia

En la evaluación sensorial se evidencia que el porcentaje de inclusión de extracto de harina de quinua presentó un efecto directo sobre la aceptación de la bebida fermentada, a mayor proporción de inclusión de quinua disminuye el grado de aceptación de los atributos, al ser resultados coherentes con estudios previos en matrices alimentarias a base de soluciones de harina de quinua [9]. En la figura 1 se observó que los atributos sabor y aroma fueron valorados con el mismo nivel de agrado para los tratamientos, mientras color, olor, viscosidad y la apariencia general de T_1 son superiores en comparación a T_0 y T_2. Se evidencia que el mejor tratamiento fue T_1, al considerar la valoración por los jueces en la figura 1, que indican un nivel de agrado entre 4 y 5 (Me gusta moderadamente – Me gusta mucho) para todas las características de la bebida fermentada.

En la encuesta se preguntó a los panelistas, sí compraría alguno de los productos evaluados, al encontrar que 26 panelistas respondieron favorablemente, como se observa en la figura 2, mientras que dos indicaron que no la comprarían.

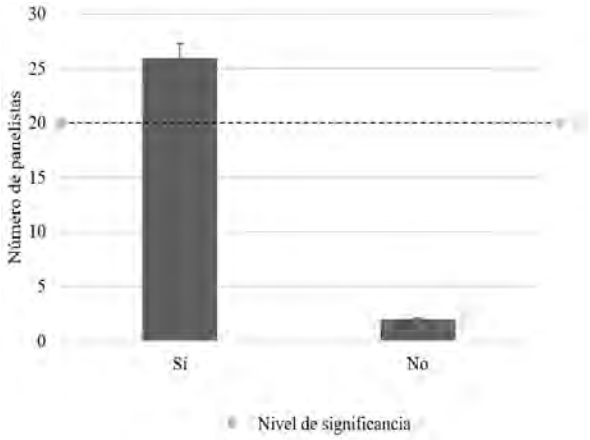


Figura 2. Intención de compra de la bebida fermentada

Fuente: autoría propia

El nivel de significancia se obtuvo en la tabla estadística de niveles de probabilidad, a 2 colas, probabilidad 0,05% [13]. En la figura 2, se evidenció que, en la población encuestada de 28 panelistas, el valor critico de aceptación del producto está dada por 20 resultados favorables, esto indica que las bebidas fueron aceptadas al sobrepasar el valor critico de aceptación con 26 resultados favorables

El análisis de varianza no paramétrica entre los tratamientos analizados mediante el test Friedman no evidenció diferencias estadísticamente significativas ($p < 0{,}05$) a continuación, se describe en la tabla 3.

Tabla 3. Comparación de medianas y significancia mediante Friedman de la evaluación sensorial de la bebida

Atributo	Tratamiento	n	Mediana	Mínimo–Máximo	p-valor
Sabor	T_0 0% HQ	28	4,0	1-5	0,236
	T_1 5% HQ	28	4,0	2-5	
	T_2 10% HQ	28	4,0	1-5	
Color	T_0 0% HQ	28	5,0	1-5	0,569
	T_1 5% HQ	28	5,0	1-5	
	T_2 10% HQ	28	4,0	2-5	
Olor	T_0 0% HQ	28	4,0	1-5	0,295
	T_1 5% HQ	28	4,5	1-5	
	T_2 10% HQ	28	4,0	1-5	
Aroma	T_0 0% HQ	28	4,0	1-5	0,227
	T_1 5% HQ	28	4,0	1-5	
	T_2 10% HQ	28	4,0	2-5	
Viscosidad	T_0 0% HQ	28	4,0	1-5	0,192
	T_1 5% HQ	28	5,0	2-5	
	T_2 10% HQ	28	4,0	1-5	
Apariencia general	T_0 0% HQ	28	5,0	1-5	0,889
	T_1 5% HQ	28	5,0	1-5	
	T_2 10% HQ	28	4,5	2-5	

Fuente: autoría propia

Estudios similares han mostrado que las bebidas fermentadas con inclusión de quinua sin adición de complementos han presentado baja aceptación por los consumidores, al ser necesario mejorar las características sensoriales con saborizantes o pulpas de fruta [10][12], en este estudio se adicionó 13%pulpa natural de mango de azúcar, al evidenciar en la figura 1 que los perfiles sensoriales de la bebida fermentada fueron aceptados por parte de los panelistas, para ambos tratamientos (T_1 y T_2), al resaltar que el atributo sabor obtuvo una puntuación de 4 (Me gusta moderadamente) en la escala hedónica.

Análisis fisicoquímico

Al considerar que **T_1** fue el tratamiento con mayor grado de aceptación por los panelistas como se evidencia en la figura 1, se presenta en la tabla 4, las características fisicoquímicas de la bebida fermentada seleccionada.

Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de la bebida fermentada

Parámetro	Valor
Proteína (%)	3,35 ± 0,000
Acidez titulable (% m/m ácido láctico)	0,769 ± 0,016
pH	4,58 ± 0,011
Solidos solubles (°Brix)	17,625 ± 0,103

Valores presentados como promedio ± la desviación estándar ($n = 3$)

Fuente: autoría propia

En la tabla 4, la bebida seleccionada presentó 3,35% de proteína, mientras que otros estudios similares muestran menor contenido proteico, de hecho, se reporta 1,65% de proteína en la elaboración de una bebida fermentada a base de extracto hidrosoluble de quinua [14], en otro estudio encontraron 1,4% de proteína para de una bebida elaborada con solución de harina de quinua con almidón hidrolizado [15], al comparar los estudios con los resultados obtenidos para la bebida estudiada, se puede concluir que la adición de lactosuero dulce,

leche entera y extracto de quinua en la formulación brinda un aporte significativo en el contenido final de proteína de la bebida.

Respecto a la acidez titulable alcanzada por la bebida fermentada cumple con los valores establecidos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (mínimo 0,6% m/m ácido láctico) [7]. En la tabla 4, se evidencia que el pH final de la bebida fermentada fue 4,58 ± 0,011, este valor es similar al obtenido en estudios de bebidas fermentadas de características similares [16]-[9]. Así mismo el contenido de sólidos solubles presentes en la bebida fermentada es similar al observado en otros estudios [17]-[18].

Caracterización microbiológica

El análisis de calidad microbiológica de la bebida fermentada, como se evidencia en la tabla 5, mostró valores aceptables en cada uno de los parámetros evaluados según los valores de referencia propuestos por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas [7], indicando que la bebida fermentada es apta para el consumo humano.

Tabla 5. Caracterización microbiológica de la bebida fermentada

Parámetro	Resultado	Valor referencia [7]
Recuento Coliformes Totales NMP/g/ml	< 3	10-100
Recuento Coliformes Fecales NMP/g/ml	< 3	< 3
Recuento Mohos UFC/g/ml	< 10	200-500
Recuento Levaduras UFC/g/ml	< 10	200-500

Valores expresados ± la incertidumbre estimada en la verificación del método (U), Coliformes Totales (U ± 1 NMP), Coliformes Fecales (U ± 1 NMP), Mohos (U± 1 UFC) y Levaduras (U± 1 UFC).

III. CONCLUSIONES

El panel sensorial aplicado a los atributos de los tratamientos realizados evaluando el sabor, color, olor, aroma, viscosidad y apariencia general, muestra que el tratamiento con inclusión de 5% de extracto de quinua (T_1) presento una aceptación predominante sobre el tratamiento con inclusión de 10% (T_2), lo cual indica que la aceptación de la bebida fermentada es menor al emplear proporciones mayores de extracto de harina de quinua.

Las características fisicoquímicas de la bebida seleccionada por los panelistas fueron similares a las obtenidas en estudios similares, a excepción del contenido proteico, al presentar un alto valor 3,35% en comparación con otras bebidas reportadas. Respecto a las características microbiológicas de la bebida fermentada cumplió con la normatividad vigente.

Se concluye que al emplear lactosuero, leche entera y extracto de quinua favorece los tiempos de fermentación en comparación a otras bebidas fermentadas, y facilita la transferencia tecnología del proceso de elaboración en la cadena productiva de quinua en Cundinamarca.

Desarrollar productos innovadores como la bebida fermentada con inclusión de quinua, permitirá impulsar la agrocadena de quinua en Cundinamarca, mediante una transferencia tecnológica.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por brindar el acceso a las instalaciones y equipos empleados en esta investigación.

REFERENCIAS

[1] Da Cunha DT, Assunção Botelho RB, Ribeiro de Brito R, de Oliveira Pineli L de L, Stedefeldt E. Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: Validación de la tarjeta lúdica. Rev Chil Nutr. 2013;40(4):357–63.

[2] Pedrero DL, Pangborn RM. Evaluación sensorial de los alimentos : métodos analíticos. Editor Alhambra Mexicana 1989.

[3] Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Arlington, VA, sec.33.2.18, Method 927.03. 1995

[4] Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Arlington, VA, sec.33.2.18, Method 22024. 1995

[5] Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Arlington, VA, sec.33.2.18, Method 10041. 1995

[6] Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 440. Productos alimenticios. Métodos de ensayo. 2015. Primera actualización. Available from: https://tienda.icontec.org/gp-productos-alimenticios-metodos-de-ensayo-ntc440-2015.html

[7] Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 805. Productos Lácteos. Leches Fermentadas. 2005. Cuarta actualización. Available from: https://tienda.icontec.org/gp-productos-lacteos-leches-fermentadas-ntc805-2005.html

[8] Comisión Internacional sobre Especificaciones Microbiológicas para los Alimentos ICMSF. 1988

[9] Lorusso A, Coda R, Montemurro M, Rizzello CG. Use of selected lactic acid bacteria and quinoa flour for manufacturing novel yogurt-like beverages. Foods. 2018;7(4):1–20.

[10] Ludena Urquizo FE, García Torres SM, Tolonen T, Jaakkola M, Pena-Niebuhr MG, von Wright A, et al. Development of a fermented quinoa-based beverage. Food Sci Nutr. 2016;5(3):602–8.

[11] Virtanen T, Pihlanto A, Akkanen S, Korhonen H. Development of antioxidant activity in milk whey during fermentation with lactic acid bacteria. Vol. 102, Journal of Applied Microbiology. 2007. p. 106–15.

[12] Barco Coro LM. Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (Chenopodium quinoa Willd) y soya (Glycine max) con la aplicación de probióticos [Internet]. 2017. Available from: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6029/1/AGI-2017-006.pdf

[13] Espinosa J. Evaluacion sensorial de los alimentos. Editorial Universitaria. 2007. 39–53 p.

[14] Bianchi F, Rossi EA, Gomes RG, Sivieri K. Potentially synbiotic fermented beverage with aqueous extracts of quinoa (Chenopodium quinoa Willd) and soy. Food Sci Technol Int. 2015;21(6):403–15.

[15] Huapaya Castillo CS. Elaboración De Una Bebida Probiótica A Partir De La Fermentación Láctica Del Almidón Hidrolizado De Harina De Quinua Chenopodium Quinoa [Internet]. Universidad Nacional Agraria La Molina; 2014. Available from: https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1903

[16] Casarotti SN, Carneiro BM, Penna ALB. Evaluation of the effect of supplementing fermented milk with quinoa flour on probiotic activity. J Dairy Sci [Internet]. 2014;97(10):6027–35. Available from: http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8197

[17] Romero Fajardo EA. Evaluación nutricional de una bebida fermentada utilizando suero de queso y harina de quinua germinada. Cienc Invest. 2019;4(1):78–9.

[18] Chilo Ramos DL. Evaluación de las condiciones de proceso para la elaboración de una bebida fermentada de quinua (Chenopodium quinoa Wild) con inclusión de bacterias ácido lácticas. 2020

Adopción de tecnología para la producción de hortalizas: Proyecto Campo Gourmet

Bernardo Martínez López.
Campo Gourmet Colombia S.A.S
hortalizasorganicas5@gmail.com
Richard Danilo Peña Cuellar I
Campo Gourmet Colombia SAS
rdpenac@gmail.com

Ginna Alejandra Ordoñez Narváez
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
ginna.ordonez@unad.edu.co

Resumen -Campo Gourmet Colombia S.A.S es una empresa dedicada a la producción y comercialización de hortalizas: Variedad de lechugas, rúcula, albahaca y tomate. El objetivo del proyecto es adoptar tecnologías emergentes para mejorar las condiciones de producción tradicional de esta agrocadena y la calidad de estos productos alimenticios. Se describen resultados preliminares del proyecto de innovación que se desarrollará en tres fases. En la primera se estableció un invernadero mínimamente tecnificado (hardware), para un ciclo de cultivo de tomate, en la cual se determinó las variables: Temperatura (T°), Humedad relativa (HR), requerimiento hídrico (rH), Rendimiento (R), Peso de fruto (PF), y Sólidos solubles (SS). En la segunda fase se establecerá un sistema de control automatizado (software) para las variables agronómicas y ambientales. Finalmente se implementará el uso de herramientas TICS, se usará una aplicación móvil de acceso libre para la planificación, seguimiento y evaluación de la calidad. Los resultados parciales de la primera fase evidenciaron control de las variables ambientales durante el ciclo; una temperatura constante de 25°C y una HR de 80%, lo cual mostró mejor comportamiento en el desarrollo fisiológico de las plantas y frutos, por otra parte el rH en estas condiciones, se redujo el consumo de agua más del 40% al compararlo con condiciones habituales de cultivo. Finalmente se obtuvo una mejor relación de frutos de primera categoría durante los repasos de la cosecha. Estos resultados indican mejoras significativas en la producción que permitirá avanzar en el proceso de adopción tecnológica de forma exitosa.

Palabras clave—Hortalizas, Monitoreo, agro cadena, BPA, BPM, Sensores, Tecnología

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolla en el Municipio de La Cumbre, Departamento del Valle del Cauca, finca "Cuba" de la vereda Tres esquinas (3° 39' 59.8" latitud norte, -76° 34' 49.7" longitud oeste, a 1500 msnm).

Se implementó un invernadero de estructura metálica con cubierta plástica de filtro UV y malla anti trips modelo EuroNet50. Se establecieron 63 surcos cada uno con 160 plantas de tomate tipo *chonto* (Var. Santa clara) a una distancia de siembra 0.25 m entre plantas y 1.6 m entre surcos, para área un total de 4 mil m^2, a una densidad de 25 mil plantas por hectárea. La fertilización y manejo integrado del cultivo fueron las recomendadas por el productor.

Se realizó la instalación de Termo higrómetros (THC-2) cada 20 surcos, en la estructura metálica. Se realizó el monitoreo y registro tres veces al día de la temperatura (T°) y la humedad relativa (HR).

Se estableció un sistema de riego por goteo, utilizando una bomba de agua de 10 HP con un diámetro de salida de 3" y un caudal promedio de 670 l/min, el agua se filtró por anillos antes de distribuirse a través de las cintas para llegar a las plantas. Se realizó el control y registro del agua teniendo en cuenta el número de horas de trabajo de la bomba durante un ciclo de cultivo. Para determinar el requerimiento hídrico de la planta (rH) se realizó una prueba de infiltración y se calculó el punto de marchitez temporal, la capacidad de campo del suelo, la evapotranspiración y el balance hídrico.

Los frutos se cosecharon en 4 repasos, se determinó la producción por planta para calcular el rendimiento (R) y se realizó selección de 5 frutos por parcela, para determinar el peso de fruto (PF), para la variable sólidos solubles totales (SST) se utilizó un refractómetro digital Atago 3810 PAL-1 refractómetro digital de mano, rango de medición 0.0 – 53.0%. Todos los datos se registraron para el ciclo uno del cultivo C1_ 2020-II.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los registros de temperatura evidenciaron una moda de 25°C con una variación baja, siendo el máximo alcanzado de 39°C alrededor de los 90 días después de la siembra, sin embargo, se logró estabilizar, lo cual indicó que el invernadero, mantuvo condiciones ambientales más adecuadas para el cultivo (Figura 1). De acuerdo con estudios [2] la temperatura es una variable que afecta directamente las funciones celulares, de fotosíntesis, respiración, absorción de agua, nutrientes y las actividades enzimáticas de la planta, las reacciones biológicas más importantes no se desarrollan cuando la temperatura desciende hasta los 0ºC o si, supera los 50ºC, ya que el límite inferior sería el punto de congelación del agua y el límite superior promueve la desnaturalización de las enzimas [3].

Las hortalizas se ven altamente afectadas por los cambios excesivos de temperatura, los rangos óptimos están comprendidos entre los 17º C y los 25ºC.

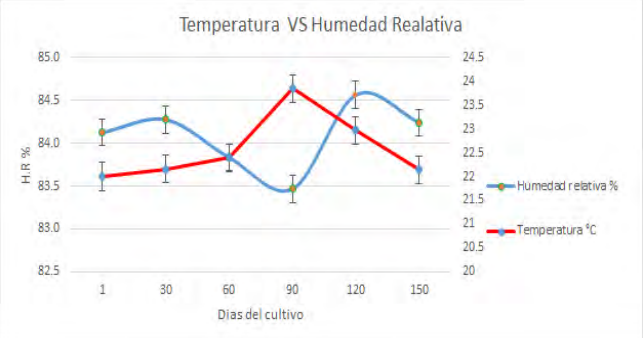


Figura 1. Comportamiento de la temperatura y la humedad relativa durante el ciclo 1 de tomate en invernadero.

La Humedad Relativa HR promedio fue de 75%, cuando se aplicó las láminas de riego llegó a valores de 95.5%, este aumento de la humedad fue momentáneo por un lapso no mayor a 3 horas, debido al diseño y la orientación del invernadero.

Varios autores coinciden en que la HR puede ser el factor ambiental de mayor dificultad, para controlar en invernadero, porque se relaciona directamente con la transpiración de la planta y posteriormente durante el crecimiento del fruto. En este intercambio gaseoso las plantas absorben agua a través de las raíces y, luego, producen vapor de agua a través de los poros de sus hojas, con una humedad alta (<80%) las plantas absorben poca agua del sustrato y elementos fertilizantes, disminuyendo la calidad del fruto, además que se propicia la generación de hongos y bacterias. Por el contrario, con una humedad muy baja (<50%) se incrementa la tasa de transpiración provocando un rápido marchitamiento que afecta la producción [4],[5],[6].

El rH para todo el ciclo de cultivo con el manejo y las condiciones del invernadero fue de 614 L/ planta, con programación de 20 riegos y nivel de agotamiento del 60 % que permitió evitar las pérdidas por lixiviación. Este valor está por debajo de los requerimientos de agua para el cultivo de tomate a cielo abierto, que en las condiciones de la finca puede superar a los 1000 l/planta en periodos secos, lo que indicó una reducción en el consumo de agua mayor al 40%.

Tabla 1. Parámetros para la determinación de requerimiento hídrico (rH) en un ciclo de cultivo en invernadero.

	Evapotranspiración	Capacidad de campo(mm)	Riego (mm)	Balance (mm)
Media	4,41	146,47	29,6	128,32
DE	1,67	0,00	10,4	9,78

Constantes: Kc: 0,80; Punto de marchitez temporal: 16%; Nivel .agotamiento 50%

El rendimiento fue de 4 kg/planta con un PF promedio de 180 g para el primer y segundo repaso, aumentando la relación de frutos de primera categoría (A); tomates libres de gusanos, ataque de hongos y que no presentaron otros defectos comprometiendo un área menor a 5% de acuerdo con la exigencia del mercado local.

Las condiciones de producción bajo cubierta favoreció la acumulación de sólidos solubles que varió en un rango de 4.8 a 5.5 °brix, esto indica un contenido indirecto de azúcares que beneficia un sabor de fruto deseado para consumo en fresco, de acuerdo con Sánchez (2012) valores de SST por encima de 4.5 °brix, en tomate tipo chonto son adecuados para el balance de acidez del fruto.

III. CONCLUSIONES

Con los resultados preliminares de la primera fase del proyecto se obtuvo mejoras significativas en las condiciones ambientales propicias para la producción de tomate en invernadero, el reconocimiento de las variables de interés y de mayor impacto sobre la calidad de fruto permitió avanzar en la adaptación de tecnologías existentes, sencillas y propicias para innovar en esta agrocadena que busca extenderse hacia mercados más exigente.

AGRADECIMIENTO

La empresa Campo Gourmet S.A.S agradece la participación y asesoría del Tecnoparque SENA, Cali. Igualmente a los Ingenieros Richard Peña y Ginna Ordóñez que han participado en el proyecto de innovación para la convocatoria Sena Innova y como coautores de este documento.

REFERENCIAS

[1] Flores, M. F. H., Baltazar, M. E. R., Ángel, M., Poceros, M., Franco, R. A., Avilés, E. M. G., ... & Cruz, D. C. D. R. (2013) Invernadero Inteligente con PLCs.

[2]Hidalgo Nata, F. M. (2019). Determinación de los requerimientos hídricos óptimos del tomate (Solanum lycopersicum L.) mediante el cálculo de la Evapotranspiración y Kc, en la zona de Mocache (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ)

[3]Morales, D. (2013). Efecto de altas temperaturas en algunas variables del crecimiento y el intercambio gaseoso en plantas de tomate (Lycopersicon esculentum Mill. CV. AMALIA). Cultivos tropicales, 27(1), 45-48.

[4]Ramos-López, B. I., Martínez-Gutiérrez, G. A., Morales, I., Escamirosa-Tinoco, C., & Pérez-Herrera, A. (2017). Consumo de agua y rendimiento de tomate de cáscara bajo diferentes cubiertas de invernaderos. Horticultura Brasileira, 35, 265-270.

[5]Reyes-Rosas, A., Rodríguez-García, R., Zermeño-González, A., Jasso-Cantú, D., Cadena-Zapata, M., & Burgueño-Camacho, H. (2012). Evaluación de un modelo para estimar la temperatura y humedad relativa en el interior de invernadero con ventilación natural. Revista Chapingo. Serie horticultura, 18(1), 125-140.

Diseño de un modelo de operaciones por procesos para una eficaz arquitectura de procesos empresarial de una mipyme siderúrgica

Edward Toro
Leonardo Álzate
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Edward.toro@unad.edu.co
leonardo.alzate@unad.edu.co

Luisa Calderón
Ninfa Díaz
Michael Pinto
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Luisa.calderon@unad.edu.co

Resumen - El presente documento, tiene como propósito ajustar los procesos centrales o misionales de una Mipyme siderúrgica de aluminio, a través la herramienta IDEF0 y el diseño del modelo de operaciones por procesos; la problemática es causada por la desorganización de la estructura y jerarquía de las operaciones de los procesos de la organización. La metodología aplicada inicia con la recopilación de la información y los datos de la Mipyme, a través de las entrevistas semiestructuradas y encuestas realizadas al personal que labora en la empresa, con el fin de identificar un diagnóstico; en el cual se reconoce claramente la falta de un modelo de operaciones por procesos; luego se exploraron y caracterizaron los procesos operativos, consiguiendo el mapa de las operaciones, a través de la aplicación de la metodología IDEF0. Posteriormente, los resultados son: una eficaz arquitectura del proceso empresarial, debido al diseño del modelo de operaciones por procesos; donde se determinan 2 procesos de gestión, 3 de centrales y 4 de soporte. En conclusión, se mejoran los procesos de la Mipyme siderúrgica de aluminio, ya que se ajustan al escenario actual, por medio de un nuevo arquetipo organizacional, consiguiendo una eficaz arquitectura de los procesos de la compañía

Palabras clave— Modelo de operaciones por procesos; metodología IDEF0; procesos centrales; Mipyme.

I. PROBLEMÁTICA

El problema fundamental de la siderúrgica de aluminio actual y de varias Mipymes, es que adolece en sus procesos de la rigurosidad para seguir un modelo en los procesos operacionales, es decir, la compañía le es difícil ajuste los estándares en la ejecución de las técnicas y métodos misionales; los cuales conllevan a una perdida del Know how de la compañía. (Beltramino, N. S., 2021) Aunque la Mipyme opera legítimamente en Colombia, además tiene credibilidad con sus clientes y confianza con sus proveedores, pero dirige sus procesos de manera inconstante, dando paso a la informalidad en sus procesos, y a la improvisación de los operarios.

II. JUSTIFICACION

La justificación principal de la Mipyme siderúrgica de aluminio, es estandarizar sus procesos operativos, ya que afecta en el incremento de su margen productivo, asimismo en la disminución en sus reprocesos, impactando en al menos un 5% de sus subproductos derivados de la producción del aluminio, posteriormente, se consiguen avances en la gestión colectiva de sus

procesos, en la identificación de las fortalezas y debilidades, por medio del mapa de procesos, con el fin de representar los métodos de la organización, mostrando la sucesión y relación de los procesos operativos entre si (Pardo Álvarez, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Primero se elaboró una identificación de la información, la cual consistió en una revisión de datos y registro de los procesos, estableciendo especial énfasis en las entradas, salidas, controles y mecanismos de cada rol de los procesos centrales; asimismo se completo con una serie de entrevista y encuestas, al personal de la Mipyme siderúrgica. Segundo, se realizó un análisis y síntesis de la información obtenida de las herramientas usadas. Tercero, se empleó la técnica IDEF0, como herramienta en obtener el mapa de las operaciones. Cuarto, se socializó y sensibilizo el mapa obtenido. Quinto, se rediseñó y optimizó los resultados y el mapa actual de los procesos. Sexto, se redefinieron los procesos estratégicos, misional y de apoyo, según su afectación en la misión de la empresa. Séptimo, se caracterizaron de los procesos. Octavo se determinaron los indicadores y se socializaron.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo de los resultados se divide en tres etapas, con el propósito de dar una mejor ilustración, el primero, es el diagnóstico de los antiguos flujos de los procesos estratégicos y centrales; el segundo, el desarrollo de la nueva arquitectura de los procesos estratégicos y centrales y el tercero, la explicación de los resultados de los nuevos flujos y caracterización de los procesos de gestión.

La primera etapa consiste en un diagnóstico de los antiguos flujos de los procesos estratégicos y centrales; mediante as entrevistas y visitas de campo a la empresa, permite establecer el modelo de negocios de la Mipyme, el cual se conforma por las entradas, controles, herramientas y salidas, las cuales se describen en la tabla 1.

Entradas	Controles	Herramientas	Salidas
Devoluciones Clientes	Normas ambientales	Herramientas y equipos	Aluminio (Lingote)
Reporte de novedad Cliente	Políticas financieras	Mano de obra	Facturas Cliente
Cupo Pedido	Calidad	Sistemas de Información	Orden de compra proveedores
Aluminio Pre aliado	Política de ventas		Reclamaciones proveedores
Insumos	Planeación		Desperdicios y residuos
Orden de compra clientes	Política de Inventarios		Orden de servicio de transportes
Facturas de Proveedor	Política de Seguridad		Solicitud de cotización
Chatarra	Política de Compras		Chatarra comercializada
Lingote			Remisión despacho
			Soportes Financieros

Tabla 1: *Identificación de los componentes de la* Mipyme siderúrgica. **(**Fuente de elaboración propia)

La segunda etapa es el desarrollo de la nueva arquitectura de los procesos estratégicos y centrales; la cual se genera por el análisis del diagnóstico y modelamiento de los flujos de los procesos centrales y estratégicos antiguos, obtenidos de la Mipyme siderúrgica, lo cual permite, generar el rediseño del nuevo mapa de procesos propuesto para la organización. En esta nueva arquitectura, se incluyen los procesos que se ignoraban en la Mipyme siderúrgica, ya que, en su surrealismo, tenían otro modelo supuesto, diferente al existente, por lo tanto, se tienen en cuenta, solo los procesos reales involucrados en la elaboración y distribución de los productos demandados por la microempresa.

En la figura 1, se muestra el mapa de procesos planteado para la MIPYME, el cual se obtuvo desde las políticas de la Norma ISO 9001,

fundamentándose en los procesos que comprenden la organización según sus funciones y se dividen en 3, estratégicos, misionales y de apoyo.

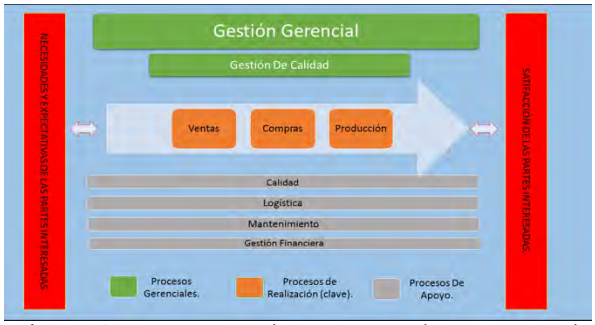


Figura 1. Propuesta de un Mapa de Procesos de la Compañía. (Fuente de elaboración propia)

La tercera etapa consiste en una explicación de los resultados de los nuevos flujos y caracterización de los procesos de gestión, donde se analizan el número de procesos y los cambios que se generan en las entradas y salidas de cada proceso.

El Análisis del número de procesos, consiste en el número de procesos antiguos o iniciales por la compañía y modelo propuesto, son diferentes, resultado de la caracterización de las entradas y salidas de los procesos registrados reales, genera un esquema organizacional tangible de la Mipyme, donde el modelo inicial solo reconoce 2 procesos, mientras el modelo propuesto actual, registra 9 procesos, se evidencia en la figura 2.

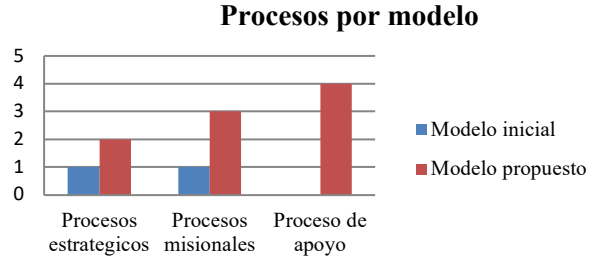


Figura 1. Gráfica de los procesos Inicial Vs. Propuesto

V. CONCLUSIONES

Se concluye que se mejoraron los procesos de la Mipyme siderúrgica de aluminio, ya que los procesos operativos se ajustan al escenario actual, ya que dinamizan y facilitan el desarrollo de los procesos misionales, por medio de un nuevo arquetipo organizacional, consiguiendo una eficaz arquitectura de procesos de la compañía.

VI. RECOMENDACIONES

- Se indica que el modelo de gestión por procesos en la empresa, es insuficiente para alcanzar la certificación, ya que solo se obtuvo la implementación de los indicadores, se recomienda establecer un ISO 9001.
- Se recomienda establecer un SGA ISO 14001, ya que se dejo iniciado un modelo de gestión por procesos, y considerando los factores ambientales asociados a la industria siderúrgica, le permitirá sacar provecho al modelo ambiental.

VII. REFERENCIAS

Ates, A., Garengo, P., Cocca, P. y Bititci, U. (2013). El desarrollo de la práctica de gestión de las PYME para una gestión eficaz del desempeño. *Revista de desarrollo de pequeñas empresas y empresas*.

Beltramino, N. S., Garcia-Perez-de-Lema, D., & Valdez-Juarez, L. E. (2021). The role of intellectual capital on process and products innovation. Empirical study in SMEs in an emerging country. *Journal of Intellectual Capital*.

Chew, E. K., & Gh Dehbokry, S. (2014). The Strategic Requirements for an Enterprise Business Architecture Framework by SMEs. *Lecture Notes on Information Theory*. Retrieved from https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/41041/1/ICICM Seyran Dehbokry Paper.pdf

Chévez Aparicio, P., & Rodríguez Pineda, G. (2012). *Propuesta de alternativas de gestión de la escoria salina de la industria de aluminio en el salvador*

Flores Ríos, B. L. (2001). *Diseño y desarrollo de una herramienta de soporte para el estudio de procesos organizacionales.* Recuperado de http://www.remeri.org.mx/portal/REMERI.jsp?id=oai:tesis.biblioteca.cicese.mx:14297

Jatmiko, B., Udin, U. D. I. N., Raharti, R., Laras, T., & Ardhi, K. F. (2021). Strategies for MSMEs to Achieve Sustainable Competitive Advantage: The SWOT Analysis Method. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, *8*(3), 505-515.

Lahiri, R. (2012, October). Problems and prospects of micro, small and medium enterprises (MSMEs) in India in the era of globalization. In *International conference on the interplay of economics, politics, and society for inclusive growth* (pp. 15-16).

Lukács, E. (2005). The Economic Role of SMEs in World Economy, Especially In Europe. *European Integration Studies*, *1*(4), 3–12.

Opute, A. P. (2020). *Small and medium enterprises marketing*. *Entrepreneurship Marketing*. https://doi.org/ok

Pardo Álvarez, J. M. (2013). *Configuración y usos de un mapa de procesos.* [N.p.]: e-libro. Recuperado de http://search.ebscohost.com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=edsebk&AN=803718&lang=es&site=eds-live&scope=site

Parilla, ES y Abadilla, MEM (2021). Adopción de la gestión de la cadena de suministro y su efecto en la rentabilidad de las mipymes filipinas. *Review of Integrative Business and Economics Research* , *10* , 167-188.

Restrepo, B. (2015). Elaboración de un modelo de operaciones por procesos (M.O.P) para el concesionario de motos Motomax del Valle s.a. de la ciudad de Cali. Universidad del Valle: Cali.

Observatorio Regional de Gestión Administrativa: Una perspectiva de autoevaluación y planificación usando TI

Javier Medina Cruz
Ingeniería de Sistemas
UNAD, Colombia
javier.medina@unad.edu.co

Eliécer Pineda Ballesteros
Ingeniería de Sistemas
UNAD, Colombia
eliecer.pineda@unad.edu.co

Freddy Reynaldo Téllez
Ingeniería de Sistemas
UNAD, Colombia
freddy.tellez@unad.edu.co

Resumen - La medición y el seguimiento de indicadores de gestión, a partir del uso de la tecnología, aportan al mejoramiento de los procesos de gestión administrativa de entidades territoriales. Para poner a prueba esto, en el estudio realizado se consideró inicialmente revisar modelos estándares de control Interno y Sistemas de Gestión de Calidad, en relación con el Talento Humano.

Esto permitió la implementación de una herramienta de gestión para el apoyo al desarrollo de actividades administrativas. La herramienta desarrollada fue un aplicativo para el Observatorio Regional de Gestión Administrativa en los Municipios de Sexta Categoría (en adelante MSC) del Departamento de Santander. Como resultado se obtuvieron una serie de módulos software que permiten gestionar los procesos administrativos, acorde con las funcionalidades requeridas en estos entes territoriales.

La herramienta desarrollada se presenta como un punto de partida importante para realizar seguimiento y aportar en la consolidación del desarrollo administrativo de los MSC, ofreciendo posibilidades para el mejoramiento de los niveles de calidad en la prestación del servicio.

Palabras clave— Autoevaluación, Calidad, Elicitación, Gestión, Metodología Ágil, Software.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La ejecución del proceso de desarrollo se organizó en fases, considerando la metodología SCRUM y dentro de cada una de sus fases, como etapas, las del modelo de ciclo de vida iterativo del proceso de software [1]. Para esto, en la primera fase se organizó el equipo de desarrollo, liderado por el *Product Owner*, quien identificó las necesidades generales con información de usuarios y *stakeholders*. Posteriormente, se identificaron las historias de usuario y se consolidó el primer *Product Backlog*.

Con base en lo anterior, se ejecutó el proceso de actualización de historias de usuario y se priorizaron las historias a partir de la técnica *Planning Poker* estimando el esfuerzo de alto nivel en la ejecución de las tareas. Adicionalmente, para culminar la etapa de refinamiento, se procedió a delimitar el *Product Backlog* con base en la determinación de la velocidad del equipo de trabajo. Con esto, para las etapas de análisis, diseño, implementación y validación se determinó el tiempo disponible de los miembros del equipo de trabajo y se asignaron las respectivas tareas para lograr la calidad de los productos generados.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La deficiencia en la gestión de procesos administrativos conlleva a proponer estrategias, para tomar decisiones con bajo nivel de incertidumbre, que apunten al mejoramiento y fortalecimiento organizacional [2]. Para esto, la herramienta presentada permite orientar y apoyar a los entes territoriales, para promover el mejoramiento de los procesos, a partir de actividades de autoevaluación y seguimiento de metas con miras al mejoramiento continuo.

En este sentido, se encuentra en la bibliografía referentes donde se exponen diseños de sistemas de información para gestión de procesos. En este orden de ideas, en [3] se describe el aplicativo GREC (Gestión de la RECerca) que se usa en varias organizaciones. En este escrito, se encontró una propuesta que permitió hacer una descripción de conceptos para el desarrollo del modelo de datos.

Adicionalmente, se indagó por el concepto de desarrollo de modelos de gestión, encontrando que para un mismo dominio del problema en el desarrollo del modelado, sin importar diferentes visiones de usuarios, pueden omitirse requerimientos claves para implementar funcionalidades sobremedidas [4]. Esto permitió realizar verificaciones, en cada fase del proceso de desarrollo, y establecer requisitos concretos que coadyuvaron a la implementación del modelo de gestión automatizado.

Complementariamente, dada la necesidad de consolidar los requisitos finales para la implementación de la herramienta de gestión, a partir de la comprensión de diversas problemáticas, se encontraron variadas técnicas que permitieron una óptima definición conceptual del sistema, reforzando la atención en la fase de la comprensión de las necesidades del entorno [5].

Otra consideración importante, que sirvió de base para la implementación del aplicativo, se apoya en lo expresado por [6] quienes consideran relevantes para la obtención de óptimos resultados, a partir de la medición de indicadores, en el área administrativa y en especial de la gestión de la información, la apropiación de la tecnología y particularmente la de los sistemas de información.

De acuerdo con lo anterior, la herramienta para la gestión administrativa, que aquí se presenta, es de alto impacto puesto que puede apoyar al mejoramiento de los procesos, en especial aquellos misionales, que son clave para el cumplimiento de la misión en los MSC.

Se presentan a continuación las Interfaces Gráficas de Usuario (GUI) de algunos módulos, y considerando el modelo de gestión propuesto, que contienen los procesos para realizar, entre otros, el autodiagnóstico junto a sus reportes y generación de planes de acción y reportes de estos.

Para el acceso al aplicativo se usa la siguiente interfaz (Ver Figura 1).



Figura 1. Interfaz ingreso al aplicativo

En el siguiente formulario se presenta el menú general para acceder a los módulos de autodiagnóstico, planes de acción y administración (Ver Figura 2).

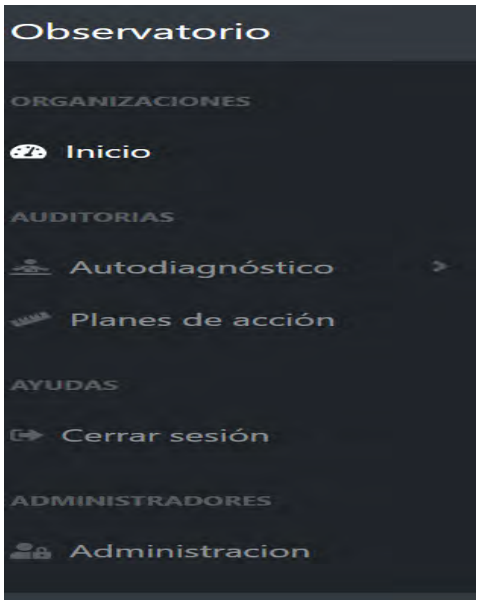


Figura 2. Menú principal del aplicativo

El módulo de administración permite administrar grupos, usuarios, autodiagnósticos, evaluaciones, organizaciones y rutas (Ver Figura 3).

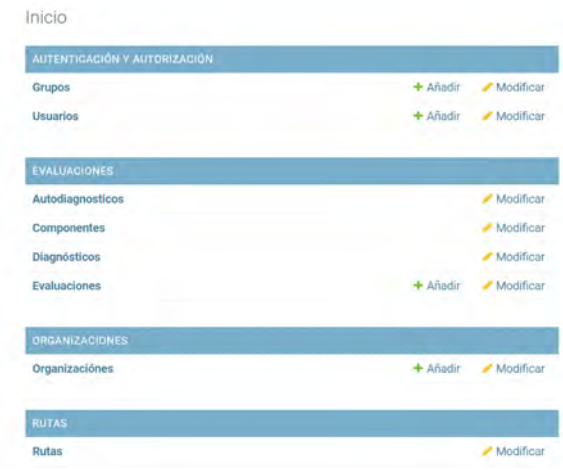


Figura 3. Administración General

En el módulo de autodiagnósticos se puede generar y reportar los autodiagnósticos (Ver Figura 4).

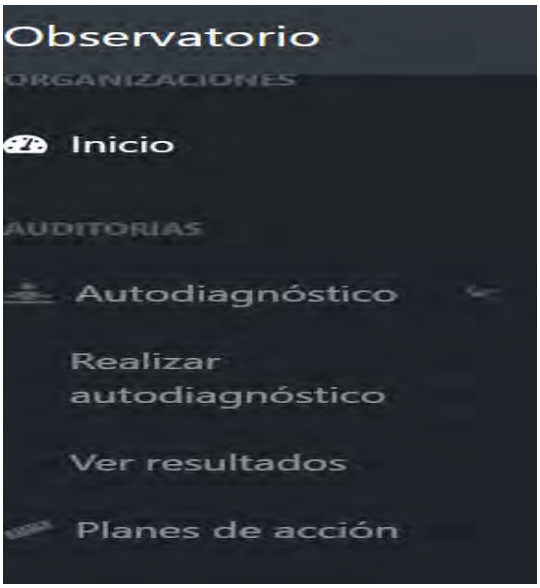


Figura 4. Módulo de autodiagnósticos

Para la realización de un autodiagnóstico, luego de que el administrador crea una evaluación, aparecerá la información relacionada (Ver Figura 5).

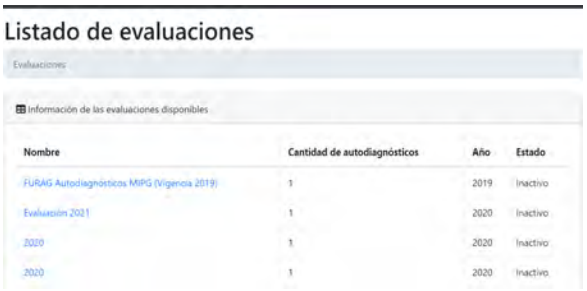


Figura 5. Listado de evaluaciones

Al escoger la evaluación se podrán observar los autodiagnósticos disponibles (Ver Figura 6).



Figura 6. Listado de autodiagnósticos

Con esto, se realiza valoración de categorías de componentes (Ver Figura 7), permitiendo obtener gráficos estadísticos por componentes, empezando por los resultados generales de los componentes (Ver Figura 8).



Figura 7. Valoración de categorías

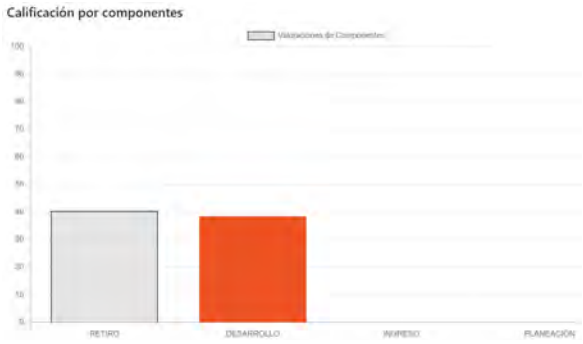


Figura 8. Resultado de componentes generales

Adicionalmente, el aplicactivo permite observar los resultados de vada variable en cada categoría (Ver Figura 9).

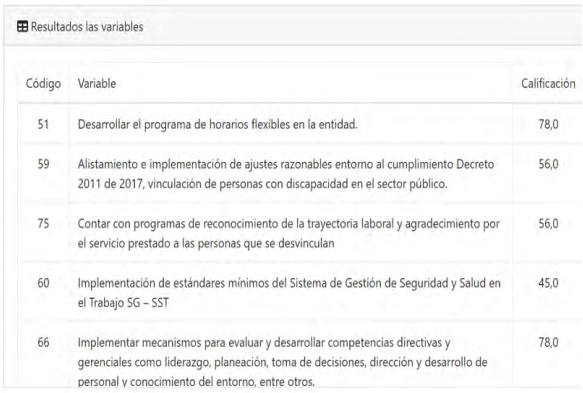


Figura 9. Resultado de variables

Para culminar se pueden crear los planes de acción, luego de haber realizado el autodiagnóstico.

III. CONCLUSIONES

El modelo de gestión, a través del aplicativo software, permite autoevaluar y hacer seguimiento a los procesos de las organizaciones mejorando otros modelos que generalmente no permiten una adecuada interacción y que son muy poco intuitivos. Para esto, en [7] se manifiesta que la carencia de la visibilidad de estado de los procesos, en las organizaciones, atrasa las actividades y que estos síntomas se pueden observar en un alto porcentaje de las MiPymes.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la UNAD el apoyo brindado para el desarrollo de este producto, el cual se realiza dentro del Proyecto de Investigación PIE-06-14 cuyo título es "Implementación del componente e-medios del nuevo modelo de e-investigación Unadista", aprobado en la Convocatoria Interna de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI).

REFERENCIAS

[1] Medina, J; Pineda E; y Téllez F. (2019). Requerimientos de Software: Prototipado, software heredado y análisis de documentos. En: Ingeniería y desarrollo. 2019. Vol. 37, no. 2, p. 327-345.

[2] Santa Cruz Chinchay, R. M. (2019). Control interno y gestión administrativa de una universidad pública de Amazonas.

[3] Palomo, Iván F; Veloso, Carlos y Schmal, Rodolfo. Sistema de Gestión de la Investigación en la Universidad de Talca, Chile. En: Información tecnológica. 2007. Vol. 18, no. 1, p. 97 - 106.

[4] Litvak, Claudia; Hadad, Graciela Dora Y Doorn, Jorge Horacio. Procesamiento de lenguaje natural para estudiar completitud de

requisitos. XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Entre Ríos: RedUNCI, 2016. Disponible en Internet: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/54098>.

[5] Callejas, Mauro; Castillo, Luz Yadira Y Fernández, Ruby Mónica. Heler: Una herramienta para ingeniería de requisitos automatizada. En: Entramado. 2010. Vol. 6, no. 2, p. 184-200. Disponible en Internet: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3379/2771>.

[6] Hernández, Juan Carlos. Sistema de información para la investigación unadista. En: Revista de Investigaciones UNAD. 2009. Vol. 8, no. 2, p. 169-180. Disponible en Internet: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/revista-de-investigaciones-unad/article/view/641/1481>.

[7] Royero, Jaim. Gestión de sistemas de investigación universitaria en América Latina. En: Revista Iberoamericana de Educación. 2003. Vol. 33, no. 1, p. 1-19.

Estudio de la viabilidad para obtener nuevos nanomateriales a partir de residuos agroindrustriales del maíz morado producidos en el perú

Evangelina Pasca Supanta[1]
David G. Pacheco Salazar[1]
Lizbet León Félix[1]
[1]Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
epasca@unsa.edu.pe
lleonf@unsa.edu.pe
dpachecos@unsa.edu.pe

Eduart Andrés Gutiérrez Pineda [2]
[2]Universidad Nacional abierta y a Distancia, Colombia.
eduart.gutierrez@unad.edu.co

Resumen

El aprovechamiento de residuos agroindustriales es uno de los mayores desafíos para la obtención de nanomateriales con excelentes propiedades para futuras aplicaciones. La gran producción de maíz morado en el Perú genera grandes residuos agro-industriales (como la coronta), los cuales son materias primas importantentes para la obtención de biopolimeros (celulosa, hemicelulosa, almidon, entre otrs) y compuestos bioactivos (antocianinas, las cuales generan grandes beneficios para la salud y prevención de enfermedades). En el presente trabajo, se muestra que es posible obtener celulosa a partir de la coronta (residuo del maíz morado), mediante un procedimiento fisicoquímicos para su posterior aprovechamiento en la obtención de materiales nanometicos basados en celulosa. El procedimiento consistió en primer lugar en un tratamiento térmico a 120ºC para el secado y un posterior tratamiento con etanol (etOH) acidificado (etOH:HCl) a 45°C para solubilizar las antocianinas, y por ultimo un tratamiento con peroxido de hidrogeno alcalino (H_2O_2:NaOH) con el fin de remover ligninas y hemicelulosas de matriz vegetal y dejar expuesta solo la celulosa, a partir de la cual se busca obtener nanocristales de celulosa vía hidrolisis ácida (H_2SO_4 64%). La utilización de residuos orgánicos como fuente de celulosa da origen a una alternativa sustentable para la producción de nuevos nanomateriales de mayor resistencia y fácil degradación.

Palabras clave: Maíz morado (coronta). Residuos. Nanocelulosa.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

En el presente trabajo se usaron corontas de maíz morado, ácido clorhídrico al 37% (HCL 37%), etOH al 95%, hidróxido de sodio (NaOH).

Proceso de obtención de Celulosa

El proceso para la obtención de la celulosa que será precursora de sus derivados nanoestructurados, se inicia con la preparación de la denominada "Chicha Morada", bebida muy consumida en Perú. En primer lugar se hierve la coronta de este maíz. Posteriormente, esta coronta es secada a 120 °C por 12 h. Seguidamente, es reducida de tamaño. El material resultante fue blanqueado mediante dos procesos el primero la remoción de antiocianinas y el segundo la solubilización de ligninas y hemicelulosas. Para esto utilizamos 1g de material reducido de

tamaño, y lo tratamos con una solución de HCl/etOH al 0,1 – 10% por 3 h, seguido de un lavado con etOH-H_2O con centrifugado (5000 rpm por 15 min), seguidamente, el material fue secado a 45°C y reservado para el paso siguiente. El material seco y libre de antocianinas fue disuelto solicón de H_2O_2 al 10% p/V y se ajusta el pH hasta ~11.5 con hidróxido de sodio NaOH (NaOH, 4N) y se mantiene por 3 horas agitando regularmente, luego es centrifugado a (6000 rpm por 10 min) y lavado con agua destilada hasta pH neutro (lignina y hemicelulosa). El proceso de extracción de antocianinas es seguido mediante medidas UV-vis. Después de este proceso, el producto resultante se seco a 40°C en una mufla con circulación de aire para sus posteriores caracterizaciones, como difracción de rayos x (DRX). Todo este proceso es representado de forma esquemática en la Figura 1.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizó la coronta del máiz morado, para la obtención de celulosa aplicando el proceso descrito en la sección anterior y ejemplificado en en el diagrama de la Figura 1. En primer lugar las corontas (sin granos) fueron lavadas con agua caliente a 95 ºC por un tiempo no mayor a 10 minutos, con el objetivo de remover impurezas y otras sustancias derivadas de su manipulación, posteriormente estas fueron troceadas y secadas hasta peso constante en un horno de convección durante 12 horas a 120 ºC. Los procesos de extracción de antocianinas en medio ácida y solubulización de hemicelulosas y lignina en medio alcalino, han consiguiendo un rendimiento de 41% en masa de celulosa cristalina del residuo seco (coronta), este resultado es acorde con los valores reportados en la literatura. El contenido de celulosa presente en este tipo de material vegtal ha sido reportado en un rango entre el 35 – 45%.

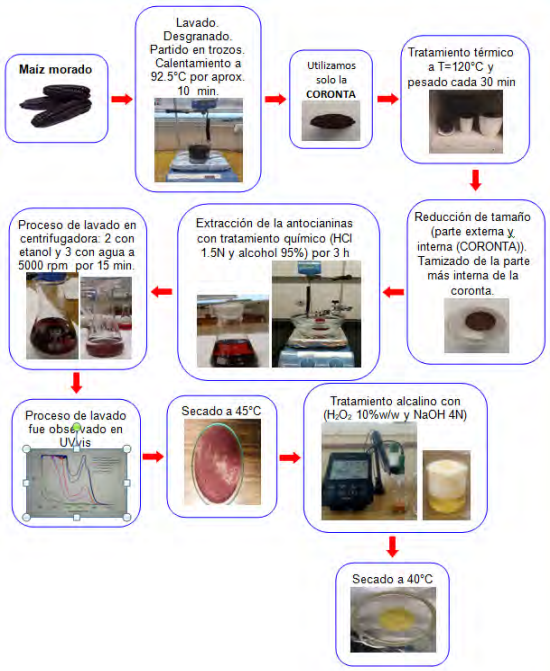


Figura 1: Representación esquemática del proceso fisicoquímico para la obtención de celulosa.

En la Figura 3 muestra el patron de difracción de rayos X (DRX) de la celulosa aislada mediante la metodología descrita anteriormente. Se observa en el difractograma picos con mayor intensidad alrededor de 2θ~ 16,4°; 22,3° y 35,3°, picos característicos de la celulosa [1-5].

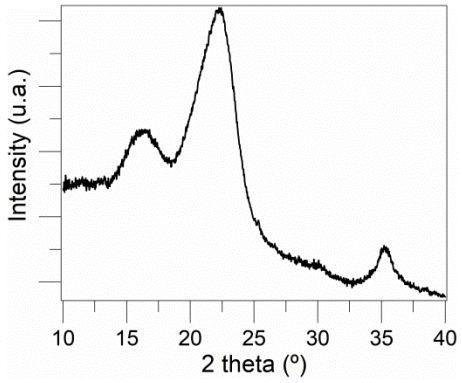


Figura 2: Difracción de rayos X de la celulosa.

III. CONCLUSIONES

Los resultados aquí mostrados son preliminares y muestran que es posible aprovechar residuos

orgánicos como la coronta del maíz morado para obtener celulosa, con un rendimiento aproximado de 41% en masa a través de los procesos fisicoquímicos.

Esta caracterizando la celulosa aislada mediante FTIR. También, se esta adelantado la obtención de nanocristales de celulosa mediante hidrólisis ácida.

AGRADECIMIENTO

Evangelina Pasca agradece el apoyo del Laboratorio de Películas Delgadas de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. David Pacheco y Lizbet León agradecen al CONCYTEC-FONDECYT-Banco Mundial, en el marco de la convocatoria E038-01 [contrato N° 07-2019-FONDECYT-BM-INC.INV.].

REFERENCIAS

1. Rehman, N., de Miranda, M. I. G., Rosa, S. M. L.,*et al.* Cellulose and Nanocellulose from Maize Straw: An Insight on the Crystal Properties. *J Polym Environ* 22, 252–259 (2014). https://doi.org/10.1007/s10924-013-0624-9

2. Muhammad Naveed Khan, Noor Rehman, Ahsan Sharif, Ejaz Ahmed, Zahoor H. Farooqi, Muhammad Imran Din. Environmentally benign extraction of cellulose from dunchi fiber for nanocellulose fabrication. International Journal of Biological Macromolecules 153, 72-78 (2020).

3. Yunfeng Guo, Yangyang Zhang, Dingyuan Zhen, Mengyang Li, Jinquan Yue. Isolation and characterization of nanocellulose crystals via acid hydrolysis from agricultural waste-tea stalk. International Journal of Biological Macromolecules 163, 927-933 (2020).

4. Tiffany Abitbol, Elisabeth Kloser, Derek G. Gray. Estimation of the surface sulfur content of cellulose nanocrystals prepared by sulfuric acid hydrolysis. Cellulose 20, 785-794 (2013).

5. Preparation of nanocellulose in high yield via chemi-mechanical synergy Carbohydrate Polymers15 September 2020Volume 251 (Cover date: 1 January 2021) Article 117094

Beneficios nutricionales y funcionales del consumo de lactosuero fermentado con gránulos de kéfir en el organismo.

Isseth Tatiana Rodriguez Mendoza
Tecnología de Alimentos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
itrodriguezme@unadvirtual.edu.co

Leidy Johanna Gomez Sampedro
Docente Investigadora
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
leidyj.gomez@unad.edu.co

Resumen – En los últimos años se ha incrementado el interés por en el consumo de alimentos funcionales, lo cual ha generado una ventana de oportunidades para el sector alimentario. El lactosuero, es un subproducto lácteo al cual se han adjudicado un gran número de beneficios nutricionales. Por otro lado, los gránulos de kéfir están conformados por microorganismos probióticos capaces de fermentar diversos sustratos y convertirlos en alimentos funcionales. Por lo anterior, la fermentación del lactosuero con gránulos de kéfir resulta ser una buena alternativa para el aprovechamiento de este subproducto y la obtención de una bebida funcional.

Pese a los potenciales beneficios del uso del kéfir para la fermentación del lactosuero, este es un producto poco conocido y estudiando. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue compilar y exponer de manera estructurada los tópicos que engloba el proceso de fermentación del lactosuero con gránulos de kéfir, identificando las características o propiedades nutritivas y funcionales que se obtienen en el producto final. Tras el análisis de la información recopilada, se encontró que el lactosuero es un sustrato apropiado para la fermentación con gránulos de kéfir, obteniéndose los mejores resultados con fermentaciones realizadas a 20°C durante 24 h. Por otro lado, se encontró que los principales beneficios de la elaboración de una bebida funcional obtenida por la fermentación del lactosuero con kéfir son sus propiedades probióticas, así como los péptidos producidos en el proceso con actividad antimicrobiana, inmunomoduladora y antiinflamatoria, y la disminución del contenido de lactosa, haciendo de este un producto más digerible para personas intolerantes.

Palabras clave— Fermentación, Kéfir, Lactosuero, alimentos funcionales.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La siguiente investigación se llevó a cabo a través de una revisión bibliográfica sistemática de la documentación disponible, para identificar ¿Qué beneficios nutricionales trae el consumo de lactosuero fermentado con kéfir?

La búsqueda bibliográfica se realizó principalmente con los descriptores "kéfir", "lactosuero", "fermentación de lactosuero" y "alimentos funcionales", en las diferentes bases de datos de la UNAD, entre ellas Science Direct, SciELO y repositorios universitarios. La búsqueda se centró en referencias publicadas en el idioma inglés y español, y en total para la revisión, se usaron 57 referencias bibliográficas.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El lactosuero es un subproducto lácteo obtenido durante el proceso de elaboración de quesos, posee una gran variedad de proteínas como albuminas, globulinas, proteosapeptonas,

entre otras, que pueden generar desde efectos anticancerígenos, hasta un mejor tránsito a nivel intestinal [1]. Adicionalmente, se ha identificado que, durante el proceso de elaboración del queso, se genera en el suero una proteína llamada glicomacropéptido, la cual posee características hipo alergénicas, un sabor agradable al paladar y de una gran facilidad de digestión o absorción [1].

Los gránulos de kéfir por otro lado, se pueden definir como una masa gelatinosa similar a racimos de coliflor, compuesta de diferentes microorganismos, dentro de una matriz de polisacáridos, otros azúcares, proteínas y lípidos. Dentro de dicha matriz también se encuentra un carbohidrato fibrilar, probablemente ramificado y compuesto de glucosa y galactosa, que lleva por nombre kefirano. Los compuestos probioticos (bacterias acéticas, lácticas y levaduras) que hacen parte del grano del kéfir se encuentran en completo equilibrio a través de una agrupación simbiótica en la cual intercambian sus productos metabólicos, como fuente de energía y factor de crecimiento [2]. El kéfir ha demostrado en el transcurso del tiempo y a través de diversos estudios *in vitro* e *in vivo* que tiene la capacidad de para promover la salud a través de la presencia de péptidos bioactivos. Múltiples bioactividades de esta bebida tales como antihipertensiva, antimicrobiana, inmunomodulatoria, acarreadora de minerales, antitrombótica, opioide y antioxidante han sido las más reportadas [3].

Estas características del kéfir, aunadas a las propiedades pre y probiótica, e hipocolesterolémica, lo sitúan de manera destacada como alimento funcional. Es decir, un alimento que más allá del aporte nutricional de sus componentes, ha demostrado beneficiar una o más funciones fisiológicas del organismo, mejorando el estado de salud, bienestar y/o reducción del riesgo a padecer enfermedades [3].

Para lograr una fermentación adecuada y que además permita la proliferación de los microorganismos presentes en ella, es importante controlar la temperatura de incubación, ya que esta influye en la velocidad de crecimiento de dichos microorganismos. Debido al tipo de microorganismo que compone el kéfir, su temperatura más adecuada de crecimiento es entre los 20 y 25°C, temperatura óptima para microorganismos mesófilos [4].

Los gránulos de kéfir y el suero poseen bacterias acido lácticas (BAL), por lo tanto llevaron a cabo 2 rutas metabolicas: La vía de Embden-Meyerhof-Parnas que produce casi en su totalidad ácido láctico, llamándose así fermentación homoláctica y la vía de pentosas fosfato que puede producir otros productos como etanol, acetato, CO2 y ácido láctico, denominada fermentación heteroláctica. [5]. La fermentación de lactosuero con kéfir, provoca una disminución en el contenido de lactosa del mismo por la acción de las bacterias acido lácticas, haciendo de este un producto más digerible para personas intolerantes a la misma [6].

Además de que dichas bacterias se implantan en el tracto intestinal y actúan como probióticos, generando un adecuado balance de la flora intestinal e inhibiendo las bacterias contaminantes, por la producción de ácido láctico y otros metabolitos que le confieren dicha capacidad [7]. Adicionalmente en el proceso de fermentación se producen péptidos con diferentes bioactividades como antimicrobiana, inmunomoduladora y antiinflamatoria, que presentan efectos beneficiosos para la salud al momento de consumirlos [8]. Finalmente se debe también considerar los beneficios nutricionales como el gran aporte de proteínas y sales minerales de dicha bebida.

III. CONCLUSIONES

De toda la información bibliográfica consultada, podemos obtener las siguientes conclusiones: i) El lactosuero resulta ser un excelente sustrato para fermentar debido a su composición nutricional y los gránulos de kéfir le dan un valor agregado que resultan en un producto innovador y funcional, ii) el kéfir presenta diversos beneficios funcionales para el organismo principalmente por sus propiedades probióticas, iii) A partir de la fermentación del lactosuero con kéfir, se producen péptidos con diferentes bioactividades como antimicrobiana, inmunomoduladora y antiinflamatoria iv) la mejor temperatura para llevar a cabo el proceso fermentación del suero con el kéfir es a aproximadamente 20°C, iv) además de generar un producto innovador y funcional, la fermentación del lactosuero con kéfir resulta ser una solución a la problemática ambiental que se presenta en la

industria alimentaria, debido al mal manejo y poco aprovechamiento del lactosuero.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a la universidad nacional abierta y a distancia UNAD, por el apoyo para el desarrollo de la monografía.

REFERENCIAS

[4] Flórez, K. (2019). Obtención de una bebida fermentada tipo kéfir a partir de lactosuero ácido y leche. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional UNSAAC. http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/5245/253T20191233_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[5] Lopitz Otsoa, F., Rementeria, A., Elguezabal, N., & Garaizar, J. (2006). Kéfir, una comunidad simbiótica de bacterias y levaduras con propiedades saludables. Iberoamericana de Micología, 8. Obtenido de http://www.reviberoammicol.com/2006-23/067074.pdf

[2] Rodríguez-Figueroa, José Carlos, & Noriega-Rodríguez, Juan Antonio, & Lucero-Acuña, Armando, & Tejeda-Mansir, Armando (2017). Avances en el estudio de la bioactividad multifuncional del kéfir. Interciencia, 42(6), 347-354. [Fecha de Consulta 9 de Marzo de 2021]. ISSN: 0378-1844. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/339/33951621003.pdf

[1] Parra, R. (2010). Review. Bacterias ácido lácticas papel funcional en los alimentos. Scielo. 8(1). p.97. http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12.pdf

[6] Londero, A. (2012). Alimentos funcionales: Obtención de un producto probiótico para aves a partir de suero de quesería fermentado con microorganismos de kéfir. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio Institucional de la UNLP. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/2776

[7] Bolaños, V. (2014). Elaboración de dos Bebidas, Fermentadas con Gránulos de Kéfir en agua y leche, para Corroborar si son Bebidas Prebióticas según la norma INEN 2395-2011. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de Universidad de Guayaquil. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/7976

[3] Araujo Guerra, Álvaro V., Monsalve Castro, L. M., & Quintero Tovar, A. L. (2013). Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. Revista De Investigación Agraria Y Ambiental, 4(2), 55-65. https://doi.org/10.22490/21456453.992

[8] Gut, A. M., Vasiljevic, T., Yeager, T., & Donkor, O. N. (2021). Kefir characteristics and antibacterial properties-potential applications in control of enteric bacterial infection. International Dairy Journal, 105021. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105021

Desarrollo de prototipos de jabonería artesanal, natural y ecológico como experiencia de diseño de procesos y producto

Natalia Molina Arévalo
Lida Margarita Zambrano
Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta a Distancia - UNAD, Colombia
natalia.molina@unad.edu.co
lida.zambrano@unad.edu.co

Javier Augusto Romero
Diana Katherine Trilleros
Diseño Industrial, Ingeniería Industrial
Universidad Nacional Abierta a Distancia - UNAD, Colombia
javier.romer@unad.edu.co
diana.trilleros@unad.edu.co

Resumen - El presente artículo presenta los resultados parciales del proyecto de investigación ECBTIPIE242020 de la Escuela ECBTI de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, proyecto llamado "Diseño e implementación de sistema productivo de jabonería artesanal y ecológica usando componentes naturales y grasas de origen vegetal".

La finalidad de este proyecto fue el diseñar y desarrollar tres prototipos de jabonería artesanal, (uno sólido, líquido y cremoso), usando grasas, aceites, aditivos, esencias aromáticas y conservantes de origen natural y vegetal y considerando el aprovechamiento de materias primas de nuestra región (Tolima) con propiedades cosméticas como lo serían el Arazá, café, miel, aloe vera entre otros. Para lograr lo anterior el primer la primera fase del proyecto fue la realización de una investigación de mercados determinar si los productos de jabonería artesanal tienen aceptación comercial, las preferencias y expectativas del público con respecto a estos jabones. Esta información fue considera para el diseño prototipos del proyecto.

La segunda fase del proyecto trato sobre el diseño y caracterización de los prototipos de jabonería artesanal (solido, líquido y cremoso) usando fichas de caracterización de producto para determinar las características físicas y especificaciones, materias primas y beneficios esperados del producto.

En la tercera fase se desarrollaron manuales de procedimiento en los que se presentan las fórmulas para la producción de los prototipos de jabonería artesanal y el paso a paso sobre para producir los prototipos de jabonería artesanal, (uno sólido, líquido y cremoso)

Palabras clave— Diseño de producto, Diseño de proceso, Manuales de procedimiento, jabonería artesanal.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El Proyecto se enmarco como una Investigación mixta porque se usaron técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa para la recolección y análisis de información y desarrollo de los prototipos. El proyecto tiene un enfoque propositivo porque busca diseñar, modelar de implementar el sistema productivo de Jabonería Artesanal. Este proyecto se realizó en alianza con la Fundación RedLimpia.

El proyecto consta de las siguientes fases:

- Fase I - Investigación de mercados: Para conocer las preferencias de los consumidores colombianos de Jabonería artesanal. Esto involucró realizar una segmentación del mercado, un diseño muestral, diseño de cuestionarios, aplicación de encuestas y tabulación de análisis de resultados. El estudio de mercados será aplico en la ciudad de Ibagué.

- Fase II - Diseño de producto: Diseñar el Jabón en sólido, Jabón líquido y Jabón cremoso de acuerdo a las preferencias de los consumidores (Investigación de mercados de la fase I y lluvia de ideas del equipo de trabajo), para esto se debe definieron las expectativas de calidad del cliente, materias primas, aspecto y características físico-químicas del producto, así como sus posibles potencialidades cosméticas. Toda la información se recogió en fichas de caracterización de producto, se desarrolló uno para cada prototipo (solido, líquido y cremoso).

- Fase III – Documentación de la elaboración de los prototipos de Jabonería artesanal: Para esto documentar el proceso se usaron manuales de procedimiento para registrar la información concerniente para reproducir la elaboración de los prototipos sólidos, líquidos y cremosos de jabonería y obtener un producto estándar que cumplan las expectativas de los clientes. En estos manuales se definió el propósito y alcance del proceso, requerimientos y restricciones a considerar para poder llevar a cabo el procedimiento, descripción textual y grafica del paso a paso para reproducir el prototipo.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fase I, se desarrolló una investigación de mercados cuyo sondeo se realizó a 144 personas ubicadas en la ciudad de Ibagué entre los estratos 3 al 6, con edades que oscilan entre los 18 y 56 años de ambos sexos. Gracias a esta se logró determinar la el grado de interés hacia los productos de jabonería artesanal, rangos de precios de los productos y beneficios cosméticos de los jabones, a continuación se presentan los resultados de la Fase I del proyecto:

- El 49% de los encuestados afirma que es interesante, un 28% indica que le es indiferente, en contraste con un 14% que lo considera muy interesante, solo un 8% menciono que es poco interesante y un 1% afirmo que lo consideraba Nada interesante (Figura 1):

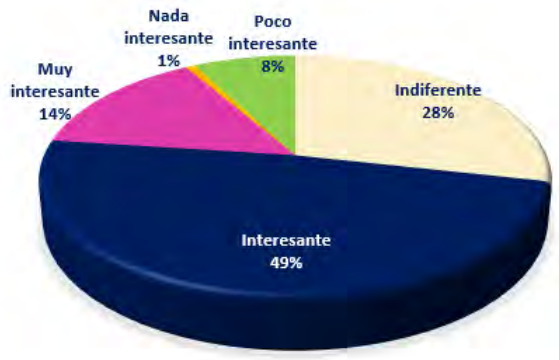


Figura 1. Interes sobre los jabones artesanales

- El 47% de los encuestados que respondieron esta pregunta indica

estarían dispuestos a pagar entre $ 3000 y $ 6000 por un jabón artesanal en barra, un 34% indico que estarían dispuestos a pagar entre $ 6100 y $ 9000 y un 19% estaría dispuesto a pagar $ 10000 (Figura 2):

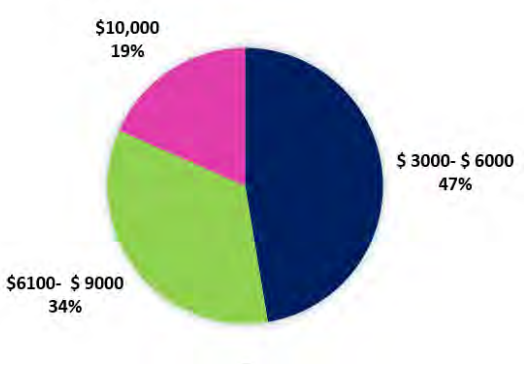


Figura 2. Precios a pagar por un jabón artesanals solido

- El 61% de la población encuestada que respondió esta pregunta afirma que estaría dispuesto a pagar entre $ 5000 y $ 9000 por un jabón líquido, el 27% estaría dispuesto a pagar entre $ 9000 y $ 13000 y un 12% estaría dispuesto a pagar entre $ 13000 y $ 17000 por este jabón en particular (Figura 3).
- Del total de la población encuestada que respondió esta pregunta el 50% está dispuesto a pagar entre $ 20000 y $ 23000 por un jabón cremoso artesanal, en tanto que un 32% estaría dispuesto a pagar entre $ 23000 y $ 26000 y un 18% estaría dispuesto a pagar entre $ 26000 y $ 30000 (Figura 4).
- De los encuestados que respondieron esta pregunta un 28 % le gustaría encontrar propiedades hidratantes y un 28% también coincidió en encontrar propiedades exfoliantes, un 23% prefiere propiedades aromáticas solo un 11% tiene interés en propiedades suavizantes y un 6 % prefiere propiedades frutales. (Figura 5).

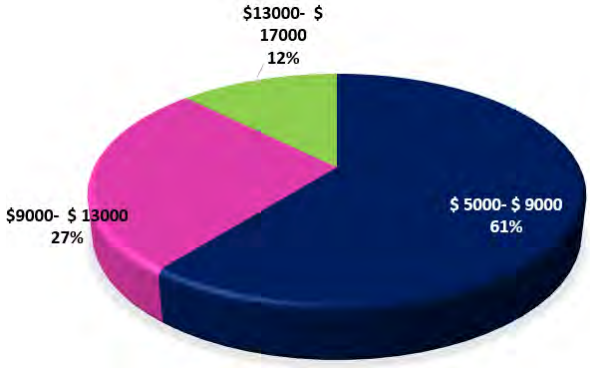


Figura 3. Precios a pagar por un jabón artesanal liquido

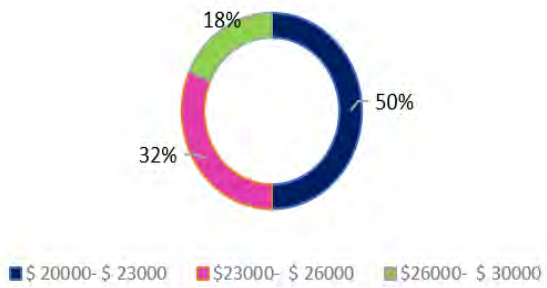


Figura 4. Precios a pagar por un jabón artesanal cremoso

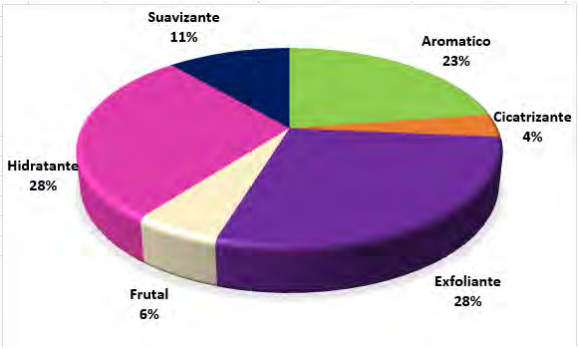


Figura 5. Propiedades esperadas de un jabon artesanal

En la Fase II, Para diseñar los prototipos de jabonería artesanal se tomaron los resultados del

estudio de investigación de mercados y se realizaron lluvias de ideas al interior del equipo de trabajo para definir la composición química y características físicas de los jabones con el propósito de definir diseños viables, con propiedades y beneficios para la piel y con el mayor potencial comercial, los jabones artesanales a diseñar y caracterizar

- Jabón Masajeador de Aloe Vera y Café (Jabón Solido)
- Jabón líquido exfoliante de Arazá y miel (Jabón Líquido)
- Jabón Cremoso de calabaza y coco (Jabón cremoso)

Para documentar el diseño de los jabones se usaron fichas de caracterización en donde se estableció se usaron fichas de caracterización de producto en donde se registra la siguiente información para cada jabón

- Requerimientos funcionales
- Productos similares
- Listado de materias primas requeridas
- Requerimientos NO Funcionales

En las tablas No 1, se muestra la información asociada al prototipo de jabón líquido desarrollado para el proyecto organizada en una ficha de caracterización de producto:

Tabla No. 1 Ficha de Caracterización del Jabón dorado de arazá

Nombre del Producto: Jabón líquido de Arazá y miel
Requerimientos Funcionales
Funcionalidad: Es un producto de uso tópico y cosmético que procura la limpieza de la piel y cuero cabelludo, aportar nutrición de minerales y vitamina C a la piel, obtenidos de la fruta amazónica llamada Arazá; el jabón estaría compuesto de fino polvo de arroz lo cual le aporta minerales y vitaminas a la piel pero principalmente tendría un efecto exfoliante suave para retirar células muertas de la piel lo cual contribuye a la regeneración celular. El jabón líquido se haría con base en glicerina vegetal y aceite de oliva lo cual le confiere a la piel un alto grado de humectación. El jabón contiene también mica dorada de origen natural (silicatos) el cual le confiere un tono dorado a la piel luego del baño. El jabón tendría un olor cítrico propio del arazá, lo cual se puede aprovechar para fines de terapias basadas en la aromaterapia. El jabo al contener miel también tendrá propiedad antiséptica.
Características Físicas: El jabón líquido de arazá sería de color dorado, tendría una consistencia acuosa y visos dorados debido a su contenido de miel y mica dorada.
Ejemplo de productos similares: **Figura 6. Jabones simiales al jabon liquido de araza y miel No. 1**      Fuente: https://jabonesamazonia.weebly.com/stor

e/p3/Jab%C3%B3n_de_Araz%C3%A1.html

Figura 7. Jabones simiales al jabon liquido de araza y miel No. 2



Fuente: https://www.abillion.com/products/5e9f6263339ace00625f8ee6

Listado con cantidades requeridas para jabón líquido:

- Arazá en polvo
- Glicerina vegetal
- Agua destilada
- Tensioactivo en polvo SCS (Coco-Sulfato sódico)
- Miel
- Tensioactivo líquido
- Mica dorada
- Ajustar el pH a 5,5 con un ácido (zumo de limón, ácido cítrico, láctico, málico, tartárico, clorhídrico, etc)

Requerimientos No Funcionales

Especificaciones: Bajo ningún concepto el jabón se debe ingerir

En la Fase 3, Para la documentación del proceso productivo de jabonería artesanal se hace uso de la estructura de Manual de procedimiento, se crea un manual de procedimientos para la elaboración de cada uno de los prototipos del proyecto (Solido, líquido y cremoso), dichos manuales incluyen:

- Propósito y alcance del proceso productivo
- Definiciones
- Requerimientos y restricciones
- Descripción textual y grafica del proceso.

En las próximas páginas se presentan el **Manual de procedimientos de elaboración del Jabón líquido exfoliante de Arazá y miel:**

1) ***Propósito y alcance***

Definir el paso a paso de la elaboración de Jabón líquido de Miel y Arazá, jabón con propiedades antinflamatorio y rico en vitamina C, vitamina que aporta luminosidad a la piel, en este manual se presenta los conceptos, requisitos, restricciones y pasó a paso necesario para poder replicar el proceso y lograr un producto estándar.

2) ***Definiciones***

Las definiciones son los términos o glosario donde se da significado a los términos o conceptos claves que se presentaran dentro del Manual de Procedimientos.

- **Agua destilada:** Es un agua tratada para no tener minerales y ser de alta pureza.
- **Arazá** Es una fruta de origen amazónico, altamente rica en Vitamina C.

- **Miel:** Sustancia espesa, pegajosa producida por las abejas con el néctar que extraen de las flores.
- **Glicerina Vegetal:** Es un líquido extraído por hidrolisis de aceites vegetales como el aceite de coco, también se le conoce como glicerol
- **Mica:** Son partículas de origen mineral usadas en cosmética para iluminar la piel
- **PHmetro:** Instrumento de medición del pH de una sustancia.
- **Tensoactivo:** Los tensoactivos o tensioactivos son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases.

3) *Requerimientos y Restricciones*

Listado de materias primas para 100 ml de jabón líquido:

- Arazá en polvo
- Glicerina vegetal
- Agua destilada
- Miel
- Tensioactivo solido en polvo SCS (Coco-Sulfato sódico)
- Tensioactivo líquido (Betaina de Coco)
- Ajustar el pH a 5,5 con un ácido (Ácido láctico)
- Mica dorada

Utensilios:

- Balanza digital
- Vasos de vidrio resistentes al calor
- Jarras de plástico resistentes al calor.
- Lentes de protección
- Guantes
- Mascarilla o tapabocas
- Delantal.
- Superficie limpia de trabajo
- Embudo
- Botella de vidrio para empacar.

4) *Descripción textual del proceso*

Se presenta descripción del proceso explicado lógica y secuencialmente, con un paso a paso preferiblemente numerado de cómo debe ejecutarse el proceso de elaboración del jabón líquido con base en la miel y arazá

4. 1 Deshidratar y pulverizar el Arazá

El Arazá se puede deshidratar una freidora de aire, deshidratador de alimentos o con un horno, luego de esto se pulveriza usando un mortero. (Figuras 8 y 9)



Figura 8. Freidora de aire para deshidratar el araza



Figura 9. Araza dehidratado y pulverizado

4.2 Pesar y calentar agua destilada

Se pesa la cantidad requerida y se calienta en el microondas o en olla de acero inoxidable o envase de vidrio resistente al calor, se puede usar horno microondas. El agua se debe calentar porque el Tensoactivo en polvo SCS (Coco-Sulfato sódico) se diluye mejor en agua caliente.

4.3. Adicionar Tensoactivo solido a agua destilada

Se adiciona la cantidad requerida de SCS (Coco-Sulfato sódico) en el agua destilada con la ayuda de una espátula o cucharada mezcle suavemente procurando no generar burbujas, la espuma que se vaya formando se puede eliminar rociando con alcohol (Figura 10).

4.4. Adicionar miel y arazá a la mezcla

Se adiciona la cantidad requerida de miel a la mezcla de SCS (Coco-Sulfato sódico) y agua destilada con la ayuda de una espátula o cucharada mezcle suavemente procurando no generar burbujas, la espuma que se vaya formando se puede eliminar rociando con alcohol (Figura 11).



Figura 10. Adicionar tensoactivo solido al agua destilada



Figura 11. Adicionar miel y araza

4.5 Adicionar glicerina vegetal, mica y tensoactivo líquido a la mezcla

En una jarra con la ayuda de una espátula se mezcla la glicerina liquida vegetal, la mica dorada, tensoactivo, líquido (Betaina de Coco) a la mezcla de miel y arazá, agua destilada y tensoactivo solido (Coco-Sulfato sódico), con una cucharada mezcle suavemente procurando no generar burbujas,

la espuma que se vaya formando se puede eliminar rociando con alcohol, entre más se agite la mezcla, mas viscosa se hará esta.

4.6 Adicionar a ácido láctico para estabilizar el PH

En una jarra con la ayuda de una espátula se mezcla la glicerina liquida vegetal a la y el tensoactivo líquido (Betaina de Coco) a la mezcla de miel y arazá, agua destilada y tensoactivo solido (Coco-Sulfato sódico), con una cucharada mezcle suavemente procurando no generar burbujas, la espuma que se vaya formando se puede eliminar rociando con alcohol, entre más se agite la mezcla, más viscosa se hará esta (Figura 12).



Figura 12 Medición PH jabón con PHmetro

4.7 Envasado del jabón liquido

Use una botella de vidrio para envasar el Jabón líquido de arazá y miel (Figura 13)



Figura 13. Envasado del jabón liquido de araza y miel

5) Descripción grafica del proceso

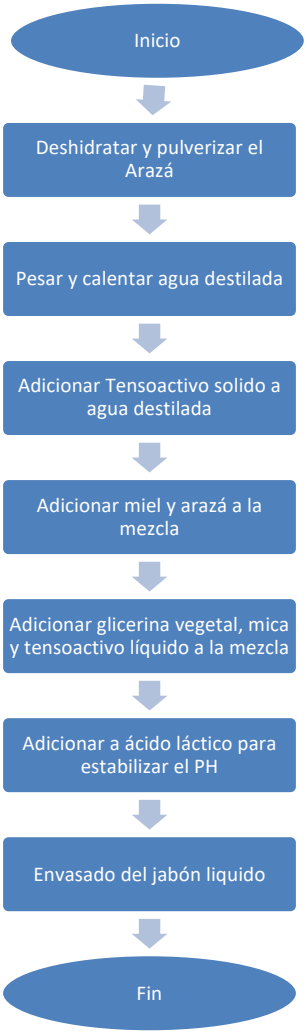


Figura 14. Diagrama de flujo de jabon de araza y miel

III. CONCLUSIONES

- El 90 % de las personas consultadas indicaron que adquirirían un jabón que fuera de tipo artesanal, natural y vegano, libres de químicos y tóxicos nocivos para la salud de su piel lo cual deja en evidencia que estamos ante una muy buena oportunidad de mercado y lo

harían porque lo consideran un producto altamente natural, cuida el ambiente, además por apoyar a la microempresa, por salud, por sus características o beneficios, porque cuidan la piel y porque tienen un mínimo de químicos, así que es claro que se cuenta con la motivación personal (al menos de la población encuestada) para adquirir los productos objeto de interés.

- Como base del proceso de diseño de los prototipos de Jabón se tuvieron en cuenta las propiedades y beneficios reconocidos clínicamente de las materia primas para su selección como lo sería el uso del aloe de vera, el arazá por su alto contenido de Vitamina C, la miel etc, Así mismo para el desarrollo de los prototipos se buscó usar aceites y mantecas de origen vegetal como lo son bases de jabón de glicerina de origen vegetal, aceite de coco, manteca de cacao y aceite de Almendras. También se usaron esencias aromáticas, conservantes y tenso-activas de origen natural.
- Para el diseño de los tres prototipos (jabón masajeador de aloe vera y café, jabón cremoso de calabaza y jabón líquido de arazá) se hicieron varias reuniones para hacer lluvia de ideas, se buscó aprovechar materias primas propias de la región como la aloe vera (sábila), arazá y aceite de coco etc, el diseño de los jabones se basó en seleccionar materias primas solo de origen vegetal y uso de colorantes, fragancias, aceites esenciales, espumantes y espesantes de origen natural e inocuos para la salud humana, como la Glicerina vegetal, Shadomix y Betaina de Cocos
- La composición química de los jabones, carteristas físico-químicas, propiedades y físico químicas fueron documentadas por medio de fichas de caracterización de producto.
- Para el diseño de los procesos productivos se usaron Manuales de procedimiento y diagramas de flujo.

REFERENCIAS

1. Abud, L. (2004). *El libro de Jabones.* Buenos Aires. Argentina: Editorial Albatros. Recuperado de
2. Arenas, S.; Carvalho, P.; De Sousa, B.; Malaver, O. & Mazutiel, V. (2010). Elaboración de jabón casero. Caracas: Unidad Educativa Colegio "Madre del Divino Pastor".
3. Cavitch, S. (2003). Guía practica para hacer jabón (Bicolor). Barcelona .España: Editorial Paidotribo.
4. Clavijo Aguayza, G., & Urgiles Gomez, C. E. (2017). *"Diseño de un Sistema de Gestión por Procesos en una Empresa dedicada a la Fabricación Artesanal de Jabones, en la Ciudad de Guayaquil".* Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Recuperado de
5. Hernandez, L. M. (2014). *Diseño de un plan de marcadeo para la comercialización de jabones naturales en la ciudad de bogotá.*
6. Larbaletrier, A. (2009). *Tratado practico de jaboneria y perfumeria.* Valladolid.Espana: Casa editorial Garnier Hermanos.
7. Leyva Arévalo , M. E., & Torres Gómez, V. G. (2016). *Obtención de jabón líquido usando aceite vegetal reciclado en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.* Iquitos, Peru: Universidad de la Amazonia Peruana.
8. Távara, G., Córdova, E., Navarro, V., Pardo, F., & Soto, E. (2018). *2. Diseño de un sistema productivo artesanal de jabón aromatizado con esencia de naranja a base de aceite de cocina usado en el restaurante Salomé II del centro poblado Jibito,*
9. Vences, J., Nunez, K., Oliva, M., Pichilingue, J., & Ruiz, P. (2018). *Diseño Del Proceso Productivo De Un Jabón Artesanal A Base De Cascarilla De Cacao De La Cooperativa Agraria Norandin.* Piura,Peru: Universidad de Piura.

EJE TEMÁTICO 3

Tecnologías y herramientas innovadoras en educación

Desarrollo de un prototipo de Aplicación con realidad aumentada para el curso de Lógica Matemática de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD Acacias en tiempos de Pandemia

Leyder Hernan Lopez Diaz
John Alejandro Figueredo
Ciencias Básicas e Ingeniería de sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
leyder.lopez@unad.edu.co
john.figueredo@unad.edu.co

Alison Camila Serna Baquero
Ángel Felipe Cosme Mahecha
Ingeniería en Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
alisoncamilasernabaquero@gmail.com
Afcosmem@unadvirtual.edu.co

Resumen – A medida que avanza la proliferación del coronavirus, las instituciones educativas se vieron en la obligación de cerrar sus instalaciones y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD Acacias no fue la excepción, en la cual su sistema educativo es virtual, pero con algunas estrategias de encuentros presenciales como los laboratorios, CIPAS y Blearning, por lo tanto, en el curso de lógica Matemática del periodo 1601 del año 2021, se implementa una estrategia innovadora para enseñar a los estudiantes de una manera más practica e interesante por medio de la realidad aumentada. En esta investigación se desarrolló un sistema de Realidad Aumentada (RA) llamada LogicMat, para la enseñanza de las temáticas del curso de lógica matemática de una manera innovadora, digital y pedagógica, para el correcto desarrollo de los ejercicios propuestos referentes a tablas de verdad y teoría de conjuntos. Como resultado se obtiene mayor participación de los estudiantes en la entrega de sus actividades, mejoran su promedio académico frente a otros cursos, a su vez, los indicadores de retención y permanencia del curso alcanzan un 76%, 6 puntos más que anteriores periodos. La metodología que se aplicó es mixta, formada por la metodología AODDEI (Análisis, Obtención, Diseño, Desarrollo, Evaluación, Implementación) y la ingeniería de software basada en componentes. Se determinaron las características de la metodología mixta con el fin de seleccionar los atributos que mejor se adaptaron a las tecnologías requeridas para implementar la realidad aumentada en dispositivos móviles Se consideró la población total conformada por 186 estudiantes y un docente del curso de lógica matemática del periodo 1601 del año 2021, para la muestra se aplicó la fórmula para una población de tamaño finita, la cual fue de 125 y un docente.

Palabras clave— Aplicación Matemática, Desarrollo Digital, Innovación, Objetos Virtuales, Pandemia, Realidad Aumentada.

Abstract As the proliferation of the coronavirus advances, educational institutions were forced to close their facilities and the National Open and Distance University CEAD Acacias was no exception, in which its educational system is virtual, but with some meeting strategies face-to-face such as

laboratories, CIPAS and Blearning, therefore, in the Mathematical logic course of the period 1601 of the year 2021, an innovative strategy is implemented to teach students in a more practical and interesting way through augmented reality. In this research, an Augmented Reality (AR) system called LogicMat was developed, for teaching the topics of the mathematical logic course in an innovative, digital and pedagogical way, for the correct development of the proposed exercises referring to truth tables and set theory. As a result, greater participation of students is obtained in the delivery of their activities, their academic average improves compared to other courses, in turn, the retention and permanence indicators of the course reach 76%, 6 points more than previous periods. The methodology that was applied is mixed, formed by the AODDEI methodology (Analysis, Obtaining, Design, Development, Evaluation, Implementation) and component-based software engineering. The characteristics of the mixed methodology were determined in order to select the attributes that best adapted to the technologies required to implement augmented reality on mobile devices. The total population made up of 186 students and a teacher of the mathematical logic course of the period was considered. 1601 of the year 2021, for the sample the formula for a population of finite size was applied, which was 125 and a teacher.

.

Keywords— Mathematical Application, Digital Development, Innovation, Virtual Objects, Pandemic, Augmented Reality.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La educación tecnológica, son recursos, actividades y herramientas informáticas aplicadas a la estructura del sistema educativo en sus diversos ámbitos y entre estas, se encuentra la Realidad Aumentada (Tovar, Bohórquez y Puello, 2014, [1]). El propósito de RA es permitir añadir capas de información visual sobre el mundo real que nos rodea, utilizando la tecnología, dispositivos como pueden ser nuestros propios teléfonos móviles. Esto nos ayuda a generar experiencias que aportan un conocimiento relevante sobre nuestro entorno, y además recibimos esa información en tiempo real.[1]

Creator es un software que te permite crear tu propio proyecto de RA. Actualmente funciona en Windows, es gratuito y fácilmente descargable. Sin necesidad de saber programar podrás generar escenas de RA con archivos 3D con o sin animación, fotos, vídeos, textos, links o incluso rutas con geolocalización. Una vez creada y publicada la escena de RA, podrás ver el resultado mediante la app Scope. App Scope, Es una app gratuita y disponible tanto para IOS como para Android, con ella podrás ver contenidos creados con Creator y publicados en la Comunidad. Podrás acceder a miles de proyectos que otros usuarios han publicado en la Comunidad Aumentaty[2]. Con el objetivo de evaluar las características del aplicativo diseñado, el grado de aceptación del estudiante respecto a la aplicación RA, la presente investigación se basó en un método que permite realizar un diagnóstico de aplicaciones con realidad aumentada, (Maquilón Sánchez, J. J., Mirete Ruiz, A. B., & Avilés Olmos, M. 2017, [2]).

Vamos a suponer que la aplicación de la tecnología RA como recurso didáctico es en principio válida para cualquier asignatura. Nos vamos a situar momentáneamente al margen del proceso de diseño de una actividad didáctica para un área educativa concreta, en la cual el docente haga una selección de un contenido curricular específico y establezca una cohesión interna con un recurso didáctico.

Lo que vamos a hacer a continuación es exponer concretamente qué aspectos favorables, basándonos en principios metodológicos, hacen que se proponga la RA por medio de la aplicación LogicMat, dentro de las tecnologías emergentes, como recurso didáctico aplicable a cualquier asignatura. Con este método, podemos obtener rápidamente información sobre la utilización de la aplicación y su entorno gráfico. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Item de usabilidad para App con RA

[1] https://www.neosentec.com/realidad-aumentada/

[2] https://www.aumentaty.com/

Item	Objetos
Contenido	Elementos en 3D, escenarios para el contenido
Navegabilidad	Interfaz gráfica agradable, elementos fáciles de utilizar
Visualización	Fácil uso para el aprendizaje

Para el desarrollo del curso de lógica matemática de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD Acacias, en los últimos periodos académicos y en especial durante la pandemia, siempre ha mostrado unos resultados promedio de aprobación del 70% frente a número de estudiantes matriculados, siempre se encuentra falencias en los estudiantes en conocimiento de matemáticas y su vez en el desarrollo de las actividades propuestas. Adicionalmente, debido a la pandemia que está viviendo el país, los docentes se vieron obligados a impartir sus conocimientos de forma 100% virtual y esto no permitió que se desarrollaran en el centro educativo los encuentros de laboratorios, CIPAS y Blearning, lo cual dificulta aún más explicar los temas y contenido del curso. De acuerdo con lo anterior, la investigación permitió realizar una comparación de la manera como se desarrolló el curso de lógica matemática en periodos anteriores al 1601 del año 2021, utilizando herramientas convencionales para el desarrollo del curso como videollamadas y reuniones virtuales como Zoom o Skype, webconferencias y el aula virtual de Moodle y el desarrollo del curso a partir del periodo 1601 del año 2021 utilizando RA con la aplicación LogicMat, en conjunto con las herramientas de App Scope Creator, también se observó que el hardware disponible para la utilización es de bajas características, por lo que la App de RA LogicMat, fue diseñada para que sea compatible con cada celular o tableta de los estudiantes. (Ver Imágenes 1 y 2).

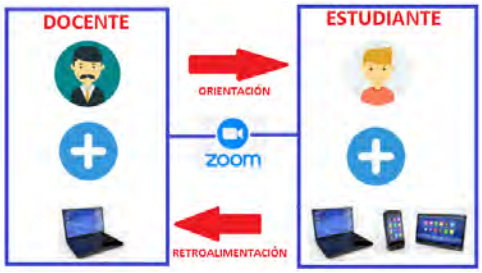


Imagen 1. Metodología 1, Enseñanza tradicional



Imagen 2. Metodología 2, Enseñanza propuesta

Los escenarios virtuales desarrollados, tienen el objetivo de mejorar los conocimientos en lógica Matemática, para esta propuesta, se utilizó el software Creator y APP Scope, ya que son muy fáciles de utilizar y desarrollar entornos RA. El desarrollo propuesto tiene niveles en donde el estudiante selecciona conceptos y fórmulas, se puede seleccionar ejercicios resueltos de tablas de verdad, teoría de conjuntos, se encuentran videos de apoyo.

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó un experimento con estudiantes que pertenecen al curso de lógica matemática del periodo 1601 del año 2021 de la UNAD CEAD Acacias, 126 estudiantes participaron, los cuales se dividieron en dos grupos, en un grupo se desarrolló la temática del curso de manera convencional y en el otro grupo se desarrolló la temática con la aplicación RA. En una primera actividad se solicita a los estudiantes utilizar la aplicación RA y en una segunda realizar una evaluación de aceptación de la aplicación RA por medio de una encuesta (Formulario en Google Drive)

- ¿El estudiante siempre encontró las temáticas de del curso?
- ¿El sistema RA le permite realizar una retroalimentación de los temas del curso?
- ¿El sistema RA es una solución dentro del entorno la pandemia?
- ¿El sistema RA propuesto presentó una interfaz amigable y de fácil utilización?
- ¿El sistema RA propuesto mejoró el proceso de aprendizaje sobre tablas de verdad y conjuntos?

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se aplicó el sistema RA propuesto LogicMat, se evaluó al grupo de estudiantes por medio de un Google Form, en donde se aplicaron una serie preguntas, pertinentes a los temas de tablas de verdad y teoría de conjuntos (Ver Tabla 2). El promedio de calificación del grupo de metodología convencional fue de 6,7, mientras el promedio de calificación del grupo de metodología de propuesta con RA fue de 8, 9 (Ver Figuras 1 y 2). De esta forma, se evidencia que la segunda metodología 2 (aplicación del sistema RA), permite una adecuada enseñanza que permite al estudiante mejorar su razonamiento lógico matemático, aumenta la capacidad de adquirir conocimientos y aumentar su rendimiento académico.

Tabla 2. Estudiantes participantes por Metodología

Edad	Hombre	Mujer	Metodología
17 - 20	18	15	Convencional
	20	10	RA
21 o más	15	10	Convencional
	25	13	RA

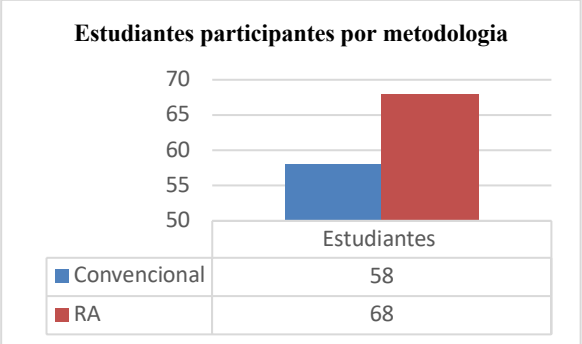


Figura 1. Fuente Autor

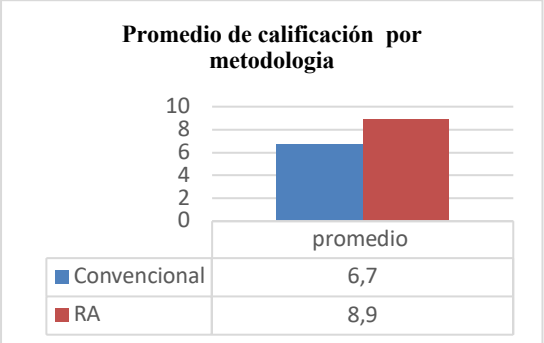


Figura 2. Fuente Autor

El uso de herramientas informáticas, documentos en pdf, presentaciones de power point, videos y otros recursos como apoyo adicional por parte de los docentes, permite que el desarrollo de las temáticas del curso de Lógica Matemática, se transmitan de manera más clara e incluso motivar al alumno al autoaprendizaje, pero también se tiene claro que en ocasiones los docentes tienen desconocimiento del manejo de recursos tecnológicos y no aprovechan el recurso para impartir la clase. En la actualidad desarrollo de aplicaciones, programas y materiales didácticos se están implementando en áreas como la matemática con el fin de desarrollarlas de una manera más interactiva. (Grisales, 2018, [3]).

Con la masificación de la información a través de los medios virtuales, se van creando nuevas herramientas que permiten un uso más eficiente y seguro de esta, [4] Blázquez Sevilla, A. (2017). Es así como aparecen estrategias que se asocia con la posibilidad de utilizar el internet mismo como un espacio de almacenamiento de la información, a la cual se puede acceder desde cualquier lugar y en cualquier momento, [5] Marín-Díaz, V., & Sampedro-Requena, B. E. (2020). Actualmente desconocemos el desarrollo de una aplicación con realidad aumentada para temas de lógica matemática donde se puedan desarrollar ejercicios con tablas de verdad y soluciones de problemas con la teoría de conjuntos. La aplicación desarrollada LogicMat en esta investigación cuenta con secciones para observar el desarrollo de algunos ejercicios. Comenzamos por utilizar el entorno de desarrollo de Creator (Ver Imagen 3). Una vez creado el proyecto, los podrás compartir en Aumentaty. Incluso descargar proyectos de otros usuarios que podrás enriquecer y reutilizar.



Imagen 3. Entorno de desarrollo Creator

Una vez desarrollada la aplicación debes descargar en el dispositivo móvil la aplicación Beta Scope (Ver Imagen 4), es una app con la que podrás visualizar todos los contenidos realizados con Creator y publicados en Aumentaty, y una vez descargada puede buscar la App LogicMat.



Imagen 4. Aplicativo Beta Scope

El desarrollo de la aplicación LogicMat en su primera versión consta de contenido con texto pertinente a los temas de lógica Matemática, videos, ejercicios de ejemplo y link con información adicional. (Ver Imágenes 5,6 y 7).



Imagen 5. Presentación de la App



Imagen 6. Contenido App



Imagen 7. Videos de la aplicación

III. CONCLUSIONES

Se desarrollo una aplicación es su primera versión y de fácil mantenimiento a futuras versiones, con realidad aumentada aplicada a Lógica Matemática. La aplicación fue evaluada por los estudiantes perteneciente a la Universidad Nacional abierta y a Distancia UNAD CEAD Acacias. Se puede evidenciar que aplicaciones con este tipo de desarrollos son de gran ayuda para los docentes en el contexto actual en la que nos encontramos debido a la pandemia. La RA se presentó como una opción favorable en esta investigación, ya que ayuda al estudiante a comprender de mejor manera los conocimientos impartidos por el tutor. De igual manera, se debe tener claro que, estas nuevas metodologías de enseñanza para que, tengan una aceptación favorable, es importante que los involucrados presenten un interés real y pertinente. Para investigaciones a futuro se propone mejorar la variedad de contenido con temas más específicos, rediseñar la interfaz gráfica, con el objetivo de que sea más amigable y mucho más fácil de utilizar.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a la Universidad Nacional abierta y a Distancia CEAD Acacias por apoyar el desarrollo de la presente investigación

REFERENCIAS

[1] Tovar, L. C., Bohórquez, J. A., & Puello, P. (2014). Propuesta metodológica para la construcción de objetos virtuales de aprendizaje basados en realidad aumentada. *Formación universitaria*, *7*(2), 11-20.

[2] Sánchez, J. J. M., Ruiz, A. B. M., & Olmos, M. A. (2017). La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, *20*(2), 183-204.

[3] Grisales-Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Entramado*, *14*(2), 198-214.

[4] Blázquez Sevilla, A. (2017). Realidad Aumentada en educación.

[5] Marín-Díaz, V., & Sampedro-Requena, B. E. (2020). La Realidad Aumentada en Educación Primaria desde la visión de los estudiantes. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, *15*(1), 61-73.

Aproximación a la implementación de Realidad aumentada en la explicación de fenómenos naturales para la Educación Primaria

Esp. Sonia Isabel Huérfano Duarte
Phd. Diana Marcela Vasquez Bravo
Maestría Gestión Proyectos TI
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
sonia.huerfano@hotmail.com
diana.vasquez@unad.edu.co

Resumen - En este documento se presenta una primera aproximación al desarrollo de la propuesta del uso de estrategias pedagógicas apoyadas en realidad aumentada para el desarrollo de competencias básicas en ciencias naturales. Para esta primera aproximación, se busca responder a la pregunta ¿Qué factores se deben tener en cuenta para facilitar el uso de la herramienta tecnológica en el desarrollo de competencias para la explicación de fenómenos en las ciencias naturales? Con este fin, se procede a la identificación y caracterización de los usuarios potenciales de la tecnología disruptiva.

Para esto se aplica el instrumento de entrevistas informales, se construye una matriz para caracterización de perfiles, la cual permite describir generacional y tecnológicamente los perfiles involucrados. Posteriormente, se selecciona la institución donde se procederá a implementar una prueba piloto para verificar la estrategia disruptiva propuesta.

El resultado generado con estas acciones, permite el reconocimiento y caracterización cualitativa de los perfiles generacionales involucrados en el proceso de enseñanza - aprendizaje basado en tecnología. Dicha caracterización permitirá identificar factores que deben satisfacer las herramientas y estrategias formativas de modo que se adapten a los usuarios y modifiquen positivamente la rutina educativa a través de procesos formativos innovadores, creativos y experimentales.

También se presenta en este documento el proceso de selección del colegio para la realización de la prueba piloto, de acuerdo con los hallazgos detectados en las instituciones de Montería, y la información suministrada por los rectores de las instituciones educativas, cabe resaltar que ninguna institución soporta sus procesos formativos en el uso de tecnologías disruptivas, no existe en la ciudad de Montería ningún colegio que haya implementado Realidad Virtual, Aumentada o Mixta en alguno de sus cursos.

Como resultado de esta primera parte se logra: *Realizar un análisis diagnóstico de caracterización de los participantes en el proceso de enseñanza aprendizaje en las instituciones educativas de Montería, así como la caracterización de las instituciones de la muestra seleccionada con el fin de identificar rasgos y tendencias en el uso y aplicación de tecnologías en las aulas de clase.*

Palabras clave — Realidad Aumentada, Tecnologías disruptivas, Tecnologías emergentes, competencias educativas.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El ambiente para realizar el proceso de enseñanza – aprendizaje tiene alto impacto si el objetivo es involucrar las tecnologías emergentes [1], y como resultado obtener un aprendizaje de acción y no solo de información. Se hace

necesaria la implementación de herramientas que mejoren el uso de las aulas de clase, no solo en los colegios[2] sino también en las universidades aplicando las tecnologías emergentes como parte de la innovación y las prácticas pedagógicas en la educación.

La Realidad aumentada es una tecnología que impacta por su forma disruptiva, pero en el contexto real en el departamento de Córdoba y específicamente su capital, Montería, no se ha acercado, ni dimensiona el gran desafío que tiene en la educación, como lo demuestra el Plan de Desarrollo Nacional [4, pp. 18–68].

Por otra parte, y de conformidad con la agenda 2030 en su objetivo 4: Educación de calidad, se pretende enfocar el uso de la estrategia disruptiva a brindar y reforzar en los estudiantes de las instituciones de educación básica primaria, los conocimientos y competencias necesarios para afrontar los desafíos mundiales en materia medioambiental y de fenómenos naturales, lo cual, alineado a este objetivo, apoya la función de la educación el desarrollo sostenible del planeta [4].

La estrategia propuesta aportará beneficios también en materia de cualificación docente como lo menciona una de sus metas "4C" [4] articulado con el plan de desarrollo del municipio de Montería 2020-2023: Gobierno de la gente, sector Educación [8,pag 18-68]

Según una investigación realizada por tres universidades colombianas[5], las perspectivas para un avance significativo en el aprendizaje se basan en el uso adecuado de las herramientas entre ellas, el uso de móviles en las aulas de clase [5], aunque la investigación se ha realizado para universidades, la gran mayoría de sus conclusiones llevan a la necesidad de implementar esas innovaciones también en colegios públicos y privados a nivel nacional.

Así mismo, en indagaciones realizadas en las instituciones de educación, se encontró que no existe en la ciudad de Montería ningún colegio que haya implementado Realidad Virtual, Aumentada o Mixta en alguno de sus cursos, puesto que al mencionar la temática se encontró sorpresa y cierto desconocimiento respecto a estos términos tecnológicos, por lo que en muchos casos de debió proceder con la explicación acerca de ellos para contextualizar.

Según el listado de instituciones educativas con fecha noviembre de 2019, suministrado por la secretaria de educación de Montería [6], se tiene que del sector privado cuenta con 151 [7] centros educativos de los cuales 90 Instituciones educativas en el sector no oficial y 61 del sector oficial, esto significa que la población que podría beneficiarse con la propuesta es bastante amplia.

A. Identificación de segmento de personas afectadas con el problema objeto de análisis.

De acuerdo con el universo de centros educativos e instituciones de Montería Córdoba, se estimó una muestra representativa de instituciones con el objeto de empezar el diagnóstico de estas en relación con su conocimiento, aplicación e implementación de tecnologías disruptivas y su interés en soluciones de esta categoría.

Se aplicaron entrevistas informales a 13 actores. Dichos actores con cualificación profesional que ejercen cargos de docente y/o rector de colegios [8] públicos y privados. Se aplicó este instrumento de investigación, con el objeto de indagar y delimitar este campo de acción en concreto, el dialogo informal se constituye en una herramienta de acercamiento que permite obtener información abierta.

Como resultado de estas entrevistas, se halló que las aulas solo son utilizadas para las clases de cada curso, así mismo que en ellas solo se muestra una parte muy mínima de la tecnología de la información y solo existe uno o dos docentes con el perfil de enseñanza para estas temáticas, generalmente representados por los docentes de informática.

Las personas entrevistadas pertenecen a diferentes colegios dentro y fuera de la capital cordobesa, se relacionan a continuación:

Tabla 1 Relación de Profesionales entrevistados

Nombre Colegio	Nombre Apellido	Cargo-Titulo
Liceo Pupo Jiménez	Jesica Yepes Pimienta	Docente
Universidad Santo Tomás	Ovidio Rafael Martínez Abad	Docente
I.E. Benicio Agudelo	César A. Ayazo Sáez	Docente
IE Aguas Negras	Osman Villadiego	Docente
Ineba	Dalmiro Madera	Docente
I.E. San José	Oscar Granados	Docente
Gimnasio Vallegrande	Ubaldo cordero	Docente

B. Caracterización de perfiles

Para identificar los actores relacionados con la problemática, se determinaron 3 perfiles a analizar, los cuales hacen parte esencial de las actividades y procesos académicos diarios de enseñanza-aprendizaje. Dichos perfiles son: directivas de colegios, profesores y estudiantes, teniendo en cuenta las diferencias de cada perfil [9] se destacan las siguientes características.

Generación Z Menores de 20 años, Estudiante, profesional, preferencias:

- Revisan su celular al menos 50 veces al día
- Se dedica a reproducir videos
- Todo lo averiguan por su celular
- No les gusta escribir ni leer
- Aprenden con videos y juegos interactivos
- Se entusiasman con lo novedoso [10]

Generación Millennias 21 y 34 años, Estudiante, profesional, Especialista, Maestrante o Ninguno, preferencias:

- Acelerados, les gusta reproducciones en líneas, pocas propagandas
- Les gusta lo concreto.
- Propagan lo que está de moda.
- Son influenciadores
- Tienen poco tiempo para leer

Generación X 35 a 49 años, Estudiante, profesional, Especialista, Maestrante o ninguno, preferencias:

- Tradiciones de la tv, y se han adaptado a la tecnología
- Busca actualizarse tecnológicamente, hacen lo posible porque sus hijos den buen uso a la tecnología.
- Les preocupa la educación de sus hijos

Generación Silent de 65 años o más, Estudiante, profesional, Especialista, Maestrante o ninguno, preferencias Los porcentajes son bajos de acceso a tecnología sus intereses son el descanso los viajes. Los smartphones los usan solamente para llamadas.

A partir de los resultados de la caracterización se identifican dos grandes perfiles involucrados en la problemática. En primer lugar, se encuentra la generación z [10], se reconoce como el perfil que se adaptará con facilidad a la solución que se propone al implementar una estrategia educativa innovadora, puesto que sus características según el estudio, son nativos digitales [9], aprenden por medio de videos y juegos interactivos, se entusiasman por lo novedoso, por lo tanto el recibir educación a través de la tecnología será de fácil adaptación.

El perfil que sigue la generación Millennias y la generación X [9] sus características buscan actualizarse tecnológicamente, les gusta lo concreto y propagan lo que está de moda, en esta generación se encuentra la mayoría del personal docente que está enseñando a los nuevos estudiantes, por lo tanto esta generación se prepara para estar al nivel de los cambios tecnológicos y más si es requerido en su perfilación como docente.

C. Selección de institución para prueba piloto

Como base para la prueba específica y de prototipado se realiza solicitud y respectiva presentación de la propuesta a tres colegios relacionados como sigue:

Tabla 2 Colegios donde se solicita permiso para prueba piloto

Liceo Pupo Jiménez	Hna. Teresa Rendon	Director
IE Los Colores	Elenio Herrera Borja	Rector
IE General Santander	Luis Rohenes	Rector

Las tres instituciones Educativas reciben una propuesta de solución a las necesidades encontradas relacionadas con el mejoramiento de los indicadores educativos [7] mediante estrategias disruptivas a través de realidad aumentada, el colegio Los Colores postergó la oportunidad, La I.E. General Santander por procesos de calidad y renovación postergó la oportunidad, pero solicita presentar el proyecto posteriormente.

Por último, el Liceo Pupo Jiménez, acepta con mucha expectativa la solución permitiendo conocer un poco más acerca de los indicadores y reconoce la necesidad específica relacionada con el déficit de tecnología dentro del aprendizaje de los niños de transición, primaria y bachillerato.

C. Factores se deben tener en cuenta para facilitar el uso de la herramienta tecnológica

El proceso de investigación de la presente propuesta tiene un enfoque de tipo Mixto.

Desde el punto de vista del enfoque cualitativo es necesario identificar los presaberes de los estudiantes lo cual generalmente se realiza con una evaluación diagnóstica que permite a los docentes evidenciar donde tienen los estudiantes necesidad de reforzar sus conocimientos y mejorar las competencias.

Esto se hará mediante la aplicación un formulario online que determinará estos presaberes, su motivación, el clima de trabajo en la asignatura, y el incentivo a los resultados.

También se aplicará una entrevista a los docentes del área para identificar los contenidos que presenta en su plan de aula y con base en esto, se determinarán y adaptarán las condiciones de aplicación de Realidad Aumentada.

Otra herramienta para aplicar es la observación no participativa que se hará en el desarrollo de una clase con el objetivo de darle sentido a la información recogida respecto al comportamiento, actitudes e interacciones.

Para la aplicación del enfoque cuantitativo se recolectarán los resultados de notas de aula de los estudiantes en los 3 años anteriores para medir el rendimiento, particularmente en los temas seleccionados para la aplicación de Realidad Aumentada.

También se tendrán en cuenta los resultados de las pruebas saber de este grado en el mismo periodo de tiempo.

Los resultados de la evaluación en los presaberes serán cotejados con los resultados obtenidos después de utilizar Realidad aumentada para realizar una gráfica comparativa que de razón de las hipótesis planteadas y trazar nuevas a partir de estos resultados.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de comportamiento y actitud ante el uso de tecnología identificadas en los perfiles dentro del contexto educativo, facilitarán la implementación de herramientas y estrategias que modifiquen la rutina educativa por la educación innovadora, creativa y experimental, involucrando todos los actores, y poniendo de manifiesto las oportunidades cuyas soluciones serán clave para obtener un resultado innovador.

III. CONCLUSIONES

Tras examinar las diferentes posturas de los interesados en la problemática analizada, se plantea un desafío en el proceso de enseñanza, no solo lo relacionado a la explicación de fenómenos en las ciencias naturales, sino a nivel del sistema educativo como apropiación de una práctica pedagógica de los docentes de las instituciones educativas a nivel regional, dada la falta de conocimiento manifestada por los rectores y docentes relacionado con ayudas tecnológicas para la enseñanza.

Dado el reconocimiento de los perfiles de estudiantes de la nueva era basados en la tecnología, se hace necesario la construcción de conocimiento que ayude a centrar la atención mediante el uso de las tecnologías disruptivas, de

tal manera que las competencias evaluadas provean en el estudiante argumentos enriquecedores en su desarrollo.

El reto que se propone la nueva educación combinando los propósitos de ICFES[11] y la agenda 2030[4] y el hecho de experimentar mediante una prueba piloto que permita comparar el comportamiento y desarrollo de conocimientos en los dos grupos (grupo experimental y grupo de control), podría dar inicio a un modelo de enseñanza práctico que rompa con el esquema actual en Liceo Pupo Jiménez y a su vez ayude a la construcción de nuevos planes curriculares en la educación Cordobesa.

Con esta prueba piloto se pretende probar la herramienta apoyada en realidad aumentada y la estrategia educativa, para esto se llevarán a cabo mediciones de resultados mediante la técnica estadística que permite hacer la comparativa de grupos de control y grupo experimental.

El siguiente paso en este proyecto, consistirá en la implementación y despliegue de la herramienta educativa apoyada en realidad aumentada, en toda la institución, esto se llevará a cabo en una fase posterior, mediante un proceso formal guiado a partir de los resultados de la prueba piloto en la institución educativa seleccionada.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por su sabiduría impartida, a la Universidad Abierta y a Distancia por la selección de docentes en los diferentes procesos de aprendizaje, a la PhD. Diana Marcela Vasquez Bravo quien con su asesoría logró un avance significativo en el proyecto.

Al Liceo Pupo Jiménez por permitir la realización de la prueba piloto y cada una de las personas que participaron en esta segmentación

REFERENCIAS

[1] M. Falco, "Reconsiderando las prácticas educativas: TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje / RETHINKING EDUCATIONAL PRACTICES: ICTs IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS", *Tendencias Pedagógicas*, vol. 29, núm. 2017, pp. 59–76, 2017, doi: 10.15366/tp2017.29.002.

[2] Sapiens Research, "Ranking de Los mejores colegios del país | calendario A y B, públicos y privados, certificados y acreditados, con categoría A+", *2019*. https://www.srg.com.co/losmejorescolegios-colsapiens (consultado jun. 03, 2021).

[3] Alcaldia de Monteria, "Plan de la Gente 2020-2023.pdf". p. 619, 2020.

[4] "Agenda2030 - Objetivo 4. Educación de calidad". https://www.agenda2030.gob.es/objetivos/objetivo4.htm (consultado jul. 09, 2021).

[5] L. M. Trigos Carrillo, C. I. Carreño, C. I. García, y I. Álvarez, *Innovación y prácticas pedagógicas en la educación superior : perspectivas teóricas, investigación y experiencias*. .

[6] "Secretaría de Educación". http://www.cordoba.gov.co/educacion/ (consultado oct. 30, 2019).

[7] icfes, "saber11-Monteria EE.pdf". p. 110, 2018.

[8] OCDE, "EDUCACIÓN Y COMPETENCIAS", 2019.

[9] A. Cifuentes, "Lo que los líderes colombianos deben saber sobre las nuevas generaciones", p. 5, 2010, [En línea]. Disponible en: https://www.uexternado.edu.co/derecho/las-diferencias-y-retos-de-los-millennials-y-centennials/.

[10] Joaquín Mauricio López Bejarano, "Netflix reina entre los millennials y la generación X", *millennials y la generación X*. https://www.larepublica.co/ocio/netflix-reina-entre-los-millennials-y-la-generacion-x-2423936 (consultado oct. 30, 2019).

[11] MinEducación, "ICFES, Gobierno de Colombia", 2020. https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1627438/Informe nacional de resultados - saber 359 - 2009 y 2012 al 2016 - 2017.pdf (consultado oct. 06, 2020).

Uso de algoritmo de clasificación en los resultados Saber TyT de 2020-1

Cesar Humberto Parada Vergara
Tecnología en Desarrollo de Software
Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia
cesar.parada@uniminuto.edu
Leyder Hernan Lopez Diaz
Ciencias Básicas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
leyder.lopez@unad.edu.co

John Alejandro Figueredo Luna
Ciencias Básicas e Ingeniería de sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
John.figueredo@unad.edu.co

Resumen - Los exámenes estandarizados Saber que aplica el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) cuantifican la calidad del proceso educativo en Colombia en todos los niveles. Para este trabajo se tendrá en cuenta los resultados Saber TyT 2020-1 que se aplican a los candidatos a obtener un título técnico o tecnológico. El tratamiento de la base de datos se realizará a través de Knowledge Discovery in Databases (KDD) para trabajar algoritmos de clasificación de Machine Learning a través del Software Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA).

Los algoritmos de clasificación de Machine Learning usados en los entornos educativos evidencian un aporte significativo para la toma de decisiones acertadas en las estrategias de mejoramiento que plantean con miras en mejorar los resultados en las pruebas estandarizadas del ICFES.

Los algoritmos de regresión se aplican en modelos de machine learning que buscan estimar y determinar la existencia de relaciones entre variables que forman parte del objeto de estudio. El análisis de regresión se concentra en fijar como dependiente una variable y ver su comportamiento con otra serie de variables independientes y/o cambiantes.

Dentro de los algoritmos de machine learning que son implementados para aprendizaje no supervisado se encuentran los algoritmos de agrupación. Gracias a ellos podemos establecer categorías dentro datos no etiquetados, es decir, podemos ordenar datos que pertenecen a grupos indefinidos.

Estos algoritmos realizan búsquedas dentro del conjunto de datos, estableciendo una variable de representación dentro del grupo y posteriormente de forma iterativa asigna en cada punto de datos esa variable, según las características que determinemos.

Palabras clave— Algoritmo, ICFES, KDD, Machine Learning, WEKA

Abstract The Saber standardized tests applied by the Colombian Institute for the Evaluation of Education (ICFES) quantify the quality of the educational process in Colombia at all levels. For this work, the Saber T&T 2020-1 results that apply to candidates for a technical or technological degree will be taken into account. The treatment of the database will be carried out through Knowledge Discovery in Databases (KDD) to work with Machine Learning classification algorithms through the Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) Software.
The Machine Learning classification algorithms used in educational settings show a significant contribution to making the right decisions in the improvement strategies that they propose with a

view to improving the results in the standardized tests of the ICFES.

Regression algorithms are applied in machine learning models that seek to estimate and determine the existence of relationships between variables that are part of the object of study. Regression analysis concentrates on setting a variable as dependent and seeing its behavior with another series of independent and / or changing variables.

Among the machine learning algorithms that are implemented for unsupervised learning are grouping algorithms. Thanks to them we can establish categories within unlabeled data, that is, we can sort data that belongs to undefined groups.

These algorithms perform searches within the data set, establishing a representation variable within the group and subsequently iteratively assign that variable to each data point, according to the characteristics that we determine.

Keywords — Algorithm, ICFES, KDD, Machine Learning, WEKA

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La prueba Saber TyT que aplica periódicamente el ICFES está constituida por la evaluación de módulos de competencias genéricas y específicas. Las primeras son entendidas como aquellas que deben desarrollar todos los estudiantes sin distinción de su área de conocimiento, mientras que las específicas son aplicadas según el área de formación y el grupo de referencia evaluado [1].

Para este estudio se tuvo en cuenta las competencias genéricas, es decir, Razonamiento Cuantitativo, Lectura Crítica, Competencias Ciudadanas, Inglés y Comunicación Escrita. La Figura 1 muestra la contextualización de cada las competencias genéricas.

Competencias genéricas Módulos	Descripción
Comunicación escrita	Evalúa la competencia para comunicar ideas por escrito referidas a un tema dado. Los temas sobre los que yace la escritura son de dominio público, no requieren conocimientos especializados.
Razonamiento cuantitativo	Evalúa competencias relacionadas con las habilidades matemáticas para desempeñarse adecuadamente en contextos cotidianos que involucran información de carácter cuantitativo.
Lectura crítica	Evalúa las capacidades de entender, interpretar y evaluar textos que pueden encontrarse tanto en la vida cotidiana, como en ámbitos académicos no especializados.
Competencias ciudadanas	Evalúa los conocimientos y habilidades que posibilitan la construcción de marcos de comprensión del entorno, los cuales promueven el ejercicio de la ciudadanía y la coexistencia inclusiva según la Constitución Política.
Inglés	Evalúa la competencia para comunicarse efectivamente en inglés. Esta competencia, alineada con el marco común europeo, permite clasificar a los examinados según su nivel de desempeño.

Figura 1. Contextualización módulos de competencias genéricas

Con base en la anterior, el ICFES suministró la base de datos de la prueba Saber TyT 2020-1 que tiene más de 100 registros. A esa base de datos se aplicó la Metodología Knowledge Discovery in Databases (KDD) que es básicamente un proceso automático en el que se combinan descubrimiento y análisis. El proceso consiste en extraer patrones en forma de reglas o funciones, a partir de los datos, para que el usuario los analice [2]. El proceso KDD consta de las siguientes etapas:

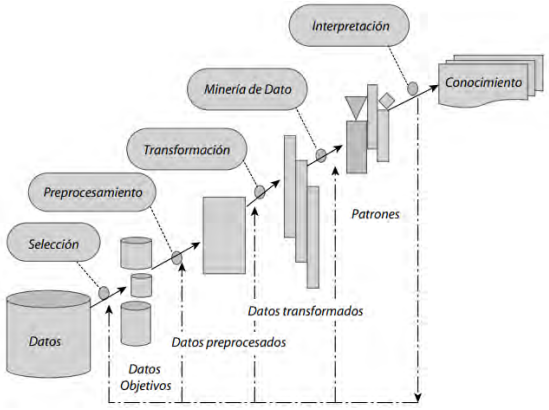


Figura 2. Etapas KDD

En KDD, en la etapa uno se realiza la selección de los datos, en la dos el preprocesamiento y limpieza de los datos, en la tres la transformación y reducción de datos, en la cuatro se lleva a cabo la minería de datos y el cinco la interpretación y evaluación, cumpliendo con el todo el proceso para la obtención de nuevo conocimiento.

Para la etapa de Minería de Datos se realiza estadística descriptiva y el análisis predictivo WEKA. Con WEKA se trabajaran los algoritmos

de clasificación: Máquina de Soporte Vectorial, Método de los K vecinos más cercanos K – NN (K – Nearest Neighbors), Naive Bayes, Redes Neuronales.

Grosso modo Maquina de Soporte Vectorial es una de las técnicas clásicas de aprendizaje automático que todavía puede ayudar a resolver problemas de clasificación de Big Data. Especialmente, puede ayudar a las aplicaciones multidominio en un entorno de Big Data [3].

Naive Bayes es uno de los algoritmos de aprendizaje inductivo más eficientes y efectivos. Simplifica considerablemente el aprendizaje mediante el supuesto de independencia de los atributos y, no obstante, compite en la práctica con clasificadores más sofisticados. Ha sido considerado además como uno de los 10 algoritmos de minería de datos más influyentes por varias razones [4].

El método de clasificación basado en los k-vecinos más cercanos (k-NN o k-Nearest Neighbors) se fundamenta en que las propiedades de un dato cualquiera de entrada son similares a los datos de su vecindad, entonces éste pertenece a la misma clase en el grupo más frecuente de sus k vecinos más cercanos [5].

Las Redes Neuronales Artificiales (ANN) han recibido un interés particular como una tecnología para minería de datos, puesto que ofrece los medios para modelar de manera efectiva y eficiente problemas grandes y complejos. Los modelos de ANN son dirigidos a partir de los datos, es decir, son capaces de encontrar relaciones (patrones) de forma inductiva por medio de los algoritmos de aprendizaje basado en los datos existentes más que requerir la ayuda de un modelador para especificar la forma funcional y sus interacciones [6].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba Saber TyT que aplica el ICFES a las instituciones de educación superior fue presentada por estudiantes de todos los departamentos del país. La Figura 3 muestra la distribución de estudiantes que presentaron el examen Saber TyT 2020-1.

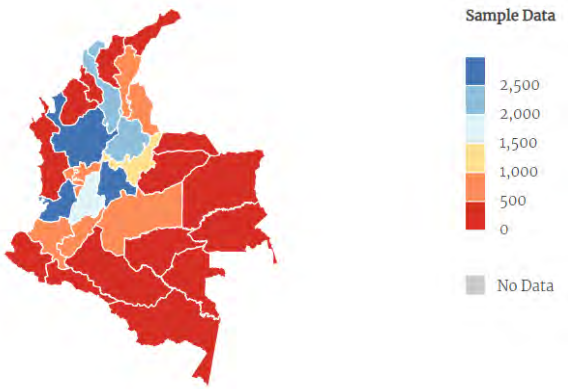


Figura 3. Distribución de estudiantes que presentaron la prueba Saber TyT 2020-1

Articulado con la Figura 3, en el territorio nacional 22630 mujeres y 22318 hombres presentaron el examen Saber TyT. La Figura 4 visualiza la distribución en porcentajes según el estado civil del estudiante que presentó dicho examen, donde se evidencia que un alto porcentaje de los que presentaron el examen Saber TyT son solteros, seguido por aquellos que viven en unión libre y casados. La Figura 5 muestra el resultado por Estrato socioeconómico y título de bachiller de los evaluados.

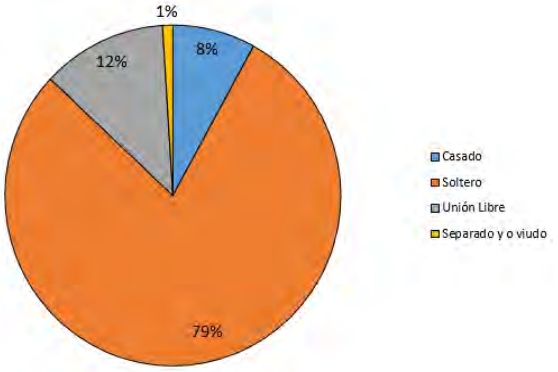


Figura 4. Estado civil de estudiantes que presentaron el examen Saber TyT 2020-1

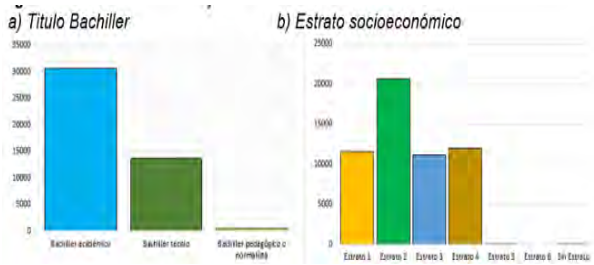


Figura 5. Título de bachiller y Estrato socioeconómico

Según la Figura 5 un grupo grande provienen de instituciones educativas de media vocacional que hacen énfasis en la formación académica y casi todos los evaluados se agrupan entre el estrato 1 y 3, siendo el estrato 2 de mayor porcentaje con un 37%. En la Figura 6 se encuentra la modalidad de estudio de la tecnología con el tipo de institución de educación superior.

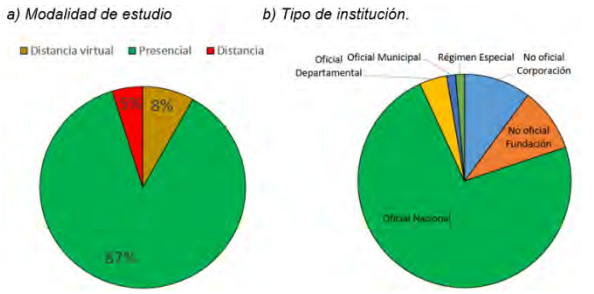


Figura 6. Título de bachiller y Estrato socioeconómico

La Figura 6 evidencia que el 87% de los evaluados pertenecen a programas de modalidad presencial y, un 76 % estudian en instituciones públicas u oficiales, sólo el 20 % estudia en instituciones privadas, los demás pertenecen a centros de educación de las Fuerzas Armadas Colombianas.

Para la aplicación de los algoritmos de clasificación se tuvo en cuenta las variables predictoras: Razonamiento Cuantitativo, Lectura Crítica, Competencias Ciudadanas, Inglés y Comunicación Escrita. Además, la variable objetivo recoge los resultados que están por debajo (azul) y por encima (rojo) del promedio nacional del puntaje global de la prueba Saber TyT 2020-1.

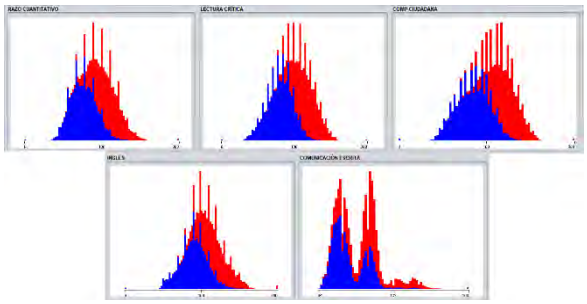


Figura 6. Resultados por debajo y por encima del promedio nacional

Con base en lo anterior, la media, mediana, desviación estándar, varianza y coeficiente de variación de las variables predictoras están en la Tabla 1.

Tabla 1. Medidas de tendencia central y de dispersión de las variables predictoras

Variable Predictora	Media	Mediana	Varianza	Desviación Típica	Coeficiente de Variación
Razonamiento Cuantitativo	*90.87*	*91*	*500.89*	*22.38*	*24.63*
Lectura Crítica	*97.06*	*97*	*564.16*	*23.75*	*24.47*
Comunicación Escrita	*99.71*	*98*	*381.49*	*19.53*	*19.59*
Inglés	*103.4*	*103*	*507.44*	*22.53*	*21.80*
Competencias Ciudadanas	*101.7*	*103*	*597.70*	*24.45*	*24.05*
Puntaje Global	*98.53*	*98*	*292.73*	*17.11*	*17.36*

Los resultados de la Tabla 1 se evidencias en la Figura 7.

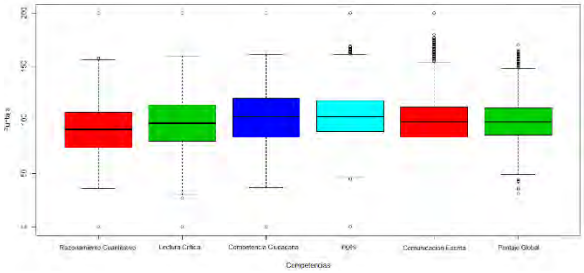


Figura 7. Boxplot de las variables predictoras

Los resultados arrojados en WEKA de Máquina de Soporte Vectorial, Método de los K vecinos más cercanos K – NN (K – Nearest Neighbors), Naive Bayes, Redes Neuronales se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de los algoritmos de clasificación

Máquina de Aprendizaje	Instancias clasificadas correctamente	Estadístico Kappa
K vecinos más cercanos	97.92%	0.9584
Naive Bayes	96.38%	0.9276
Máquina de Soporte Vectorial	99.90%	0.9982
Redes Neuronales	100%	1

Con base en los resultados de la Tabla 2 el algoritmo que tuvo un resultado óptimo fue la Red Neuronal con un 100% de las instancias clasificadas y 1 en el estadístico Kappa que es la medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada para elementos cualitativos.

La Red Neuronal se puso a prueba con una muestra de 15283 instancias seleccionadas al azar de la base de datos para saber el rendimiento de las predicciones. En este procedimiento se cambia la variable objetivo por un signo de interrogación (¿) que es reconocido por WEKA para realizar predicciones.

```
@relation Prueba321

@attribute 'RAZO CUANTITATIVO' numeric
@attribute 'LECTURA CRÍTICA' numeric
@attribute 'COMP CIUDADANA' numeric
@attribute INGLÉS numeric
@attribute 'COMUNICACIÓN ESCRITA' numeric
@attribute 'POR ENCIMA/ POR ABAJO' {'Por de bajo','Por encima'}

@data
56,89,69,85,103,'?'
102,108,112,108,149,'?'
98,82,117,81,88,'?'
81,84,110,91,86,'?'
112,88,105,126,80,'?'
70,82,89,113,110,'?'
62,84,92,80,109,'?'
63,70,60,81,79,'?'
94,110,101,84,98,'?'
85,87,122,72,102,'?'
80,73,74,99,79,'?'
83,78,112,78,84,'?'
```

Figura 8. Test de Prueba

Al someterse el test de prueba al algoritmo, este arroja los resultados en la matriz de confusión.

```
=== Confusion Matrix ===

    a    b   <-- classified as
 7597    0 |    a = Por de bajo
   52 7634 |    b = Por encima
```

Figura 9. Matriz de confusión

En la prueba anterior el algoritmo alcanzó una efectividad del 99.65% y valor de concordancia de 0.9932.

III. CONCLUSIONES

La utilización de máquinas de aprendizaje supervisado de Machine Learning en este estudió permitió el uso del software WEKA para trabajar con K – vecinos más cercanos, Soporte Vectorial, Naive Bayes y Red Neuronal (Percepción multicapa), con resultados de instancias correctamente clasificadas de 97.92%, 99.90%, 96.38% y 100% en orden respectivo. Las dos máquinas que mejor arrojaron resultados de clasificación fue Máquina de Soporte Vectorial y Red Neuronal (Percepción multicapa) con un porcentaje de concordancia de 99.82% y 100%, eligiéndose la última para la predicción de los resultados.

Con la realización el método de entrenamiento, escogiendo una muestra de la base de datos original, el algoritmo de Red Neuronal determinó el comportamiento futuro del puntaje global, Razonamiento Cuantitativo, Lectura Crítica, Ingles, Competencia Ciudadanas, Comunicación Escrita y Puntaje Global. Algunas de estas predicciones se realizaron de forma correcta con un óptimo resultado de 100%.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por la publicación de los resultados de este trabajo.

REFERENCIAS

[1] Instituto Colombiano para la Evaluación de la Calidad de la Educación [ICFES]. (2014). Documentación del examen Saber TyT. https://www.icfes.gov.co/documents/20143/518428/Documentacion%20saber%20tyt.pdf

[2] Timarán, R., Hidalgo, A. y Vidal, F. (2020). Una Mirada al Desempeño Académico en las Pruebas Saber Pro de los Estudiantes de Ingeniería desde la Minería de Datos Educativa. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información, (E38), 29-42.

[3] Suthaharan, S. (2016). Support vector machine. In Machine learning models and algorithms for big data classification (pp. 207-235). Springer, Boston, MA.

[4] Wu, X., Kumar, V., Quinlan, J., Ross, G., Joydeep, Y., Qiang, M., Hiroshi, M., Geoffrey, N., Angus, L., Bing, Y., Philip S., Zhou, Z., Steinbach, M., Hand, D. y Steinberg, D. (2008). Top 10 Algorithms In Data Mining. Knowledge And Information Systems. 2008. Vol. 14, P. 1-37. Doi 10.1007/S10115-007-0114-2.

[5] Moujahid, A., Inza, I. y Larrañaga, P. (2012) Clasificadores knn. Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Universidad del País VascoEuscal Herriko Unibertsitatea. Disponible en: http://www.sc.ehu.es/ccwbayes/docencia/mmcc/docs/t9knn.pdf.

[6] Salas, R. (2004). Redes neuronales artificiales. Universidad de Valparaiso. Departamento de Computación,

Desarrollo de un sistema de información web para la gestión de prácticas profesionales de los estudiantes del programa de Psicología de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Fernando José Diaz Martinez
Erik Barrios Montes
Ingeniería de Sistemas
Ingeniería Electrónica
UNAD, Colombia
fernandoj.diaz@unad.edu.co
erik.barrios@unad.edu.co

Wilson Arrubla Hoyos
Floralba Ortega Mercado
Ingeniería Electrónica
Psicología
UNAD, Colombia
wilson.arrubla@unad.edu.co
florarlba.ortega@unad.edu.co

Resumen - Las prácticas profesionales de los programas académicos en las instituciones de educación superior buscan la aplicación del conocimiento y la vinculación de estudiantes a un entorno social y productivo, acercándolos a un contexto real de trabajo para ejercer su rol profesional. El objetivo de este estudio es proponer un sistema de información web para mejorar la gestión de las prácticas profesionales de los estudiantes del programa de Psicología de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. En consecuencia, se identificaron las principales características y se modelaron los requerimientos del protocolo de prácticas. Posteriormente, se utilizó la metodología SCRUM en la fase de diseño y desarrollo del sistema para mejorar la articulación del equipo de trabajo. Los resultados preliminares presentan una validación satisfactoria de los procesos de inserción, consultas, actualizaciones y eliminación de registros.

Palabras clave **–** *desarrollo de software, prácticas profesionales, sistema de información*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Las instituciones de educación superior (IES) enfrentan el reto de brindar de manera permanente todas las garantías en el proceso de formación de sus estudiantes, forjando la calidad del profesional que se enfrenta a las transformaciones económicas, sociales y educacionales de la sociedad. [1]. Sin embargo, en el contexto que se desenvuelven la IES se debe resaltar el impacto que tienen las tecnologías de la información en los procesos académicos, es por ello que muchas instituciones desarrollan software a la medida de sus procesos.

Por lo anterior, se propone un sistema de información web (SIGPP UNAD) para mejorar la gestión de las prácticas profesionales (SIGPP UNAD) [2], basados en una metodología no experimental de corte transversal porque no manipula intencionalmente variables, ya que no se tiene control directo sobre ellas, su enfoque es mixto y tiene un alcance de tipo descriptivo, dado que se desarrollará basado en un conjunto de procesos y procedimiento lógicos que permitirán identificar las características de la población.

La Figura 1, presenta el diagrama de bloques de la metodología implementada en el proyecto. A continuación, se detallará cada uno de sus niveles.



Figura 1. Diagrama de Bloques SIGPP UNAD

A. Levantamiento de Información y Determinación de Requerimientos del Sistema

La ingeniería de requisitos, según Pressman [3] es un conjunto de procesos, tareas y técnicas que permiten la definición y gestión de los requisitos de un producto de un modo sistemático. En definitiva, facilita los mecanismos adecuados para comprender las necesidades del cliente, analizando sus necesidades, confirmando su viabilidad, negociando una solución razonable, especificando la solución sin ambigüedad, validando la especificación y gestionando los requisitos para que se transformen en un sistema operacional.

Para realizar un adecuado modelado, se registraron cada uno de los requerimientos [4] funcionales y no funcionales en una Matriz de Trazabilidad de Requisitos, validada por parte de la líder de prácticas profesionales del CCAV de Corozal, en la Figura 2 es posible apreciar parte de ella, es de resaltar que en dicha matriz se registraron un total de 44 requerimientos, que fueron etiquetados bajo distintos niveles de complejidad y prioridad.

Plantilla de matriz de trazabilidad de requisitos

Elaborado Fernando Diaz, Wilson Arrubla, Erik Barrios y Floralba Ortega

Identificación	Sub identificación	Descripción del requisito
RF-001	1.1	Registrar Estudiante: el sistema debe permitir al coordinador de centros, registrar un estudiante, en el sistema, con datos obligatorios completados
RF-001	1.2,1	Consultar Estudiante: el sistema debe permitir al coordinador de centros, consultar un estudiante, en el sistema.
RF-001	1.2,2	El sistema debera permitir a los estudiantes consultar la siguiente informacion: Documentacion, calificaciones, soportes relacionados con el procesos de practicas, con el objetivo de realizar la respectiva verificacion de la informacion. En el caso que dicha información no corresponda al estudiante, el sistema deberá permitir el registro de dicha novedad para comunicarlo a su monitor y/o coordinador de practicas.

Figura 2. Matriz de Trazabilidad de Requisitos

B. Modelado de Requerimientos (Diseño de Casos de Uso y Prototipos no Funcionales)

El caso de uso hace referencia a la narración textual de secuencias de eventos de un actor al utilizar un proceso de principio a fin, la cual genera una colección de escenarios que describen las interacciones entre el sistema y los usuarios. El modelo de casos de uso es una técnica para la comprensión de los procesos de un sistema y proporciona dos artefactos o productos: la descripción textual, y la descripción gráfica del proceso. [5].

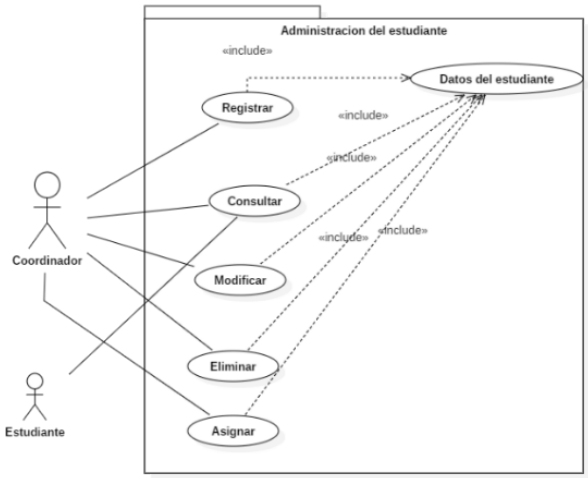


Figura 3. Caso de Uso Administración del estudiante

Esta fase del proceso hace parte del diseño del sistema SIGPP UNAD, donde se crearon cada uno de los casos de uso y sus respectivas plantillas teniendo en cuenta la matriz de trazabilidad de requisitos previa en donde se especificaron cada uno de los requerimientos del sistema cómo puede apreciarse en la Figura 3. Posteriormente, se continuó con la creación de cada uno de los prototipos no funcionales, los cuales proporcionaron en su momento una idea clara de lo que se quería mostrar en cada una de las interfaces del sistema (obsérvese Figura 4).

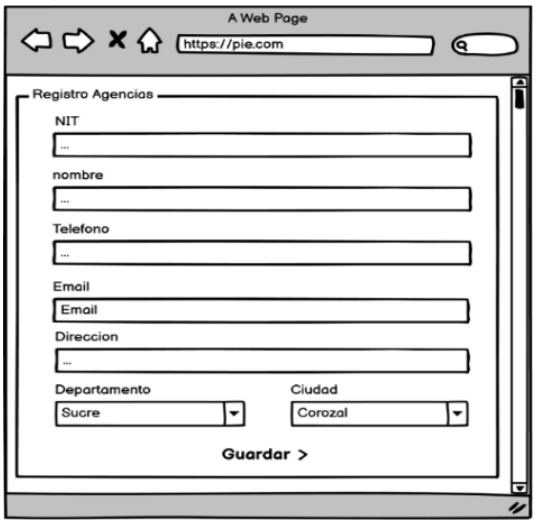


Figura 4. Prototipo no Funcional Registro de Agencias

C. Diseño y Desarrollo del Sistema

Esta parte constituye el diseño y desarrollo de un sistema de información web bajo la metodología SCRUM. Se utiliza esta metodología porque es un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto [6]. Estas prácticas se apoyan unas a otras y su selección tiene origen en un estudio de la manera de trabajar de equipos altamente productivos.

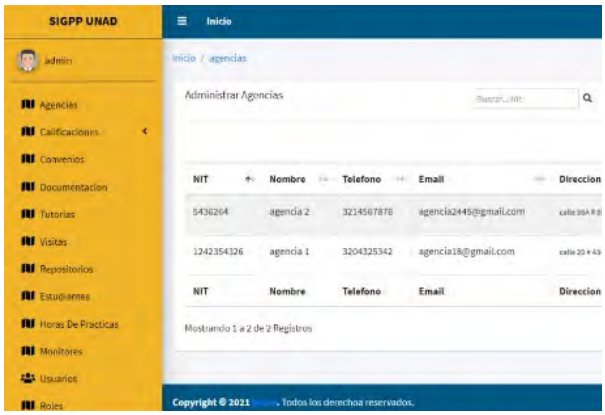


Figura 5. Interface Registro de Agencias

Para el diseño y desarrollo del sistema SIGPP UNAD se integraron los lenguajes de programación PHP y JavaScript, el Framework de Bootstrap, el Gestor de Base de Datos MySQL, Lenguaje de Hipertexto HTML y Hoja de Estilos CCS, todo lo anterior integrado a una Arquitectura de la Aplicación Modelo Vista y Controlador (MVC) (Figura 5.) que propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y el controlador, es decir, por un lado, define componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario. [7].

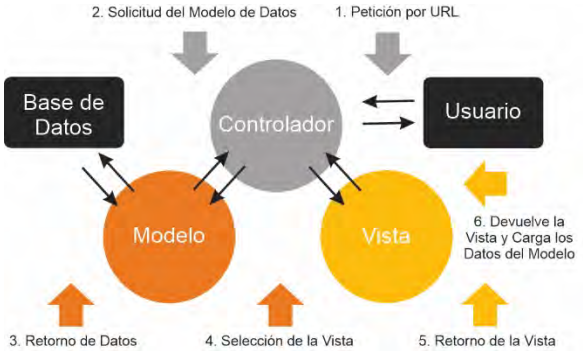


Figura 6. Representación de la Arquitectura Modelo, Vista y Controlador

D. Pruebas y Validación de Resultados

Los resultados parciales obtenidos del sistema SIGPP UNAD son precisos y se ha logrado validar satisfactoriamente procesos de inserción, consultas, actualizaciones y eliminación de registros. Prueba de ello, se presenta a continuación el apartado de resultados y discusión.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de las pruebas iniciales del sistema SIGPP UNAD, se realizaron las validaciones de inicio de sesión de usuarios de acuerdo a los permisos y/o roles establecidos para trabajar en el sistema.



Figura 7. Interface de Inicio de Sesión SIGPP UNAD

Además, en cada una de las interfaces del sistema se incluyeron pruebas de inserción, consulta, actualización y eliminación de datos. Se tuvieron en cuenta cada una de precondiciones, postcondiciones y secuencia normal del flujo del programa previamente establecidos en la etapa de modelado de requerimientos.



Figura 8. Menú Principal SIGPP UNAD

En la Figura 8, se puede observar el menú principal del sistema SIGPP UNAD, para su desarrollo se tuvo en cuenta cada una de las secciones necesarias para el buen funcionamiento del sistema, además se realizaron las correspondientes validaciones a cada una de las interfaces del programa, respondiendo correctamente con las tareas para las cuales fueron desarrolladas.

Actualmente, el sistema SIGPP UNAD se encuentra en fases de prueba y validación por parte del equipo investigador en sinergia con la líder de Prácticas Profesionales del Programa de Psicología del CCAV Corozal. Hasta el momento se han logrado resultados plausibles buena aceptación y respecto al funcionamiento de esta herramienta, la cual busca constituirse en una ayuda para el proceso que actualmente se realiza de forma manual y en algunos casos en libros de Excel compartidos en la nube.

Hay que tener en cuenta que al sistema se encuentra en la primera fase de desarrollo y que a futuro y de acuerdo a las necesidades de los interesados, se pueden incluir mejoras y/o actualizaciones.

Es importante mencionar que el sistema desarrollado es escalable para adaptarse a los cambios futuros que pueda tener el protocolo de prácticas profesionales de los estudiantes de psicología de la UNAD, también se podrán incorporar mejoras de requerimientos que puedan presentarse en una futura implementación.

III. CONCLUSIONES

La importancia de este trabajo recae en la inclusión de las tecnologías de la información y comunicación para mejorar los procesos administrativos en la gestión de las prácticas profesionales del programa de Psicología de la UNAD. Si bien es cierto, la UNAD se caracteriza por ser una de la IES que lidera la adopción de las TIC`S en su metodología de educación virtual y a distancia, no es menos cierto, que hay procesos que se realizan de manera manual y rudimentaria que deben ser mejorados con desarrollos a la medida de sus necesidades. Es por ello, por lo que el diseño SIGPP UNAD cobra gran relevancia en aras de apoyar ese gran reto que tienen las Instituciones de Educación Superior en forjar profesionales con calidad.

La aplicación de la metodología SCRUM en el desarrollo del SIGPP UNAD ha permitido que el equipo de investigadores interdisciplinario tenga una adecuada adaptación en el trabajo colaborativo desarrollando un nuevo ecosistema digital para el perfeccionamiento de las practicas profesionales del programa de Psicología de la UNAD.

Cómo trabajos futuros se espera evaluar el funcionamiento del SIGPP UNAD por pares del programa de Psicología de la UNAD sede Corozal

y verificar si la herramienta responde con eficiencia a la mejora del proceso de gestión de prácticas profesionales de los estudiantes del programa de psicología de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

AGRADECIMIENTO

Este proyecto hace parte de los Proyectos de Investigación Especiales (PIE), patrocinados por la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

REFERENCIAS

[1] Abreu, O. L. L., Muñoz, J. J. G., Monter, I. B., & Cobas Vilches, M. E. (2015). La mejora continua: objetivo determinante para alcanzar la excelencia en instituciones de educación superior. Revista Educación Médica del Centro, 7(4), 196-215.

[2] UNAD, 2016. Documento protocolo prácticas profesionales. Programa de psicología

[3] Roger, S. P. (2002). Ingeniería de Software: Un enfoque práctico. New York: McGraw Hill.

[4] Campderrich Falgueras, B. (2012). Ingeniería del software. Ingeniería del software, 0-0.

[5] Pacheco Casadiego, J. M. (2016). Modelado de requerimientos de software. Documento de docencia, (18).

[6] Djandrw. A. (2019). Que es SCRUM. https://medium.com/@andrewdjandrw/qu%C3%A9-es-scrum-674c6b791af4

[7] MADES Arquitectura (2018). Consejería de Hacienda y Administración Pública Dirección General de Tecnologías de la Información y Comunicación. http://www.juntaex.es/filescms/con01/uploaded_files/dgaeti/mades/Marco_Tecnologico/MADES_Arquitectura.pdf

El aprendizaje activo como proceso de enseñanza-aprendizaje del curso de física general en la UNAD

Diana Lorena Tique Escobar
Yudi Ester Ramírez Calderón
Diana.tique@unad.edu.co
Yudi.ramirez@unad.edu.co
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
Semillero de Investigación InvZing
CCAV Zipaquirá

Resumen - En ocasiones se hace complejo el proceso de enseñanza y aprendizaje de diferentes disciplinas del conocimiento, en especial las ciencias básicas, pues los estudiantes muestran desinterés continuo en aprender nuevas cosas, esto puede suceder porque la educación se ha tornado monótona, en donde no se permite que ellos construyan sus propias formas de ver el mundo, siempre se están imponiendo las ideas que lleva el docente, concibiendo la educación de manera tradicional. Además, se debe considerar que existe una concepción de los docentes que pretende mostrar que las fortalezas de estos se encuentran en la parte disciplinar, en cambio se deja de lado el estudio de las maneras en las que se puede enseñar, de tal forma que se trasforme el modo de llevar ciertos aprendizajes al aula de clase.

Estos aspectos han dado pie para plantear diferentes propuestas y metodologías de enseñanza – aprendizaje de las ciencias básicas, una de estas metodologías se basa en el aprendizaje activo, que tiene la intención de desarrollar actividades que superen procesos arbitrarios y repetitivos, que permitan la no deserción de una disciplina. Para llegar a reestructurar dicho proceso de enseñanza-aprendizaje es importante hacer una reflexión sobre el conocimiento que debe tener el profesor para hacer entender una temática, y hacerla atractiva para los estudiantes.

Es por tal razón que se debe pensar en la modificación, creación y uso de diferentes metodologías que se desarrollen en las clases de ciencias, en particular del curso de física general, que aporten a un pensamiento reflexivo y crítico de tal manera que ayude a una comprensión significativa del mundo y de la ciencia tanto del estudiante como del docente.

De acuerdo con lo anteriormente descrito, este proyecto tiene la finalidad de incorporar el aprendizaje activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del curso de física general en la UNAD, mediante el uso de una estrategia didáctica, basada en guías que permitirán a los estudiantes comprender y abordar los conceptos básicos de la física de una manera más atractiva y que está asociada directamente con el mundo real y la cotidianidad.

Palabras clave— metodología**,** estrategia didáctica, educación, conocimiento.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñará una estrategia didáctica, basada en el desarrollo de un conjunto de guías, que permitirán

a los estudiantes de la UNAD del curso de física general comprender los conceptos básicos de esta rama del conocimiento. El desarrollo de esta propuesta comprende tres fases, las cuales se describen a continuación:

Fase de inicio: en esta fase se identificarán las ideas previas de los estudiantes, con un cuestionario diagnóstico que se denominará Pretest, buscando conocer las ideas que tienen sobre las temáticas que se trabajaran en el curso. Se llevará a cabo en una sesión, aunque se irán monitoreando en los diferentes momentos de implementación de la estrategia didáctica. Con este cuestionario se buscará conocer lo que saben los estudiantes sobre conceptos básicos de física, pero con cuestionamientos que acerquen al estudiante un poco más a la realidad de que la física esta en todo lo que nos rodea y que tiene muchas aplicaciones en nuestra vida cotidiana.

Fase de desarrollo: esta fase comprende la organización e implementación de la estrategia didáctica, por medio del conjunto de guías que se desarrollarán teniendo en cuenta las competencias y objetivos de cada uno de los temas que se abarcan en el curso de física general, considerando que cada uno es un prerrequisito para comprender los siguientes; se contempla este orden para que los estudiantes lleven un hilo conductor; además llevando a cabo las actividades relacionadas con el aprendizaje activo tales como predicción, observación, discusión y síntesis que ayudan al estudiante a comparar entre sus conceptos previos con lo que pasa realmente y cuáles son las leyes que gobiernan el mundo real, considerando algunas estrategias que se encuentran enmarcadas en dicho aprendizaje como las clases interactivas demostrativas, laboratorios para el aprendizaje activo en tiempo real, tutoriales de física introductoria y problemas ricos en contexto, los cuales permiten que los estudiantes sean participativos en su proceso de aprendizaje. Esta fase se plantea para tres sesiones.

Fase de cierre: en la fase de cierre es donde se evalúa el aprendizaje que alcanzarán los estudiantes, con esto se podrá observar el cambio de ideas sobre la conceptualización que tenían al inicio. Se realizará un instrumento, el cual tomará algunas preguntas utilizadas en la fase inicial, éste se realizará, con la idea de dar cuenta del conocimiento que adquieren los estudiantes después de la implementación, lo cual se denominará Pos-test. Esta fase se planteará para una sesión.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realiza una encuesta de caracterización a estudiantes que han reprobado el curso. Al final de esta encuesta se les solicita a los estudiantes que, de una forma breve, se exponga que le mejoraría al curso y estas fueron unas de las respuestas obtenidas:

"Que validen la evaluación de Presaberes, la mayoría no tienen conocimientos básicos para abarcar y entender a la perfección las temáticas".

"Muchas personas, llevan años sin estudiar y volver a retomar estudios es un golpe al encontrarse con una evaluación inicial de conocimientos previos de física".

"Al ser un tema tan complejo coloquen cosas que llamen la atención".

"Las guías muy enredadas no vi un tema claro en el curso"

"hacer uso de métodos didácticos"

"Un poco más de didáctica al momento de explicar los problemas presentados en la guía, a veces las explicaciones no son muy concretas y quedan dudas"

De acuerdo con las respuestas obtenidas en esta encuesta, los resultados que se esperan obtener son:

Con el desarrollo del cuestionario diagnóstico, llamado Pretest, se abordarán las ideas previas que tienen los estudiantes de las temáticas que se desarrollarán dentro del curso, pero con cuestionamientos enfocados hacia la realidad y vida cotidiana, con lo que se espera mejorar los índices de aprobación del cuestionario inicial.

Con la implementación de las unidades didácticas desarrolladas a partir de la metodología del aprendizaje activo de la física, se espera contribuir a la mejora del curso de física general en la UNAD.

Con el desarrollo del cuestionario llamado Postest, se evaluarán los conocimientos adquiridos por los estudiantes durante el desarrollo del curso y contrastar las ideas que tenían en el cuestionario inicial, con lo que se espera mejorar los índices de aprobación del cuestionario final.

En la tabla 1 se muestra un ejemplo de la posible estructura de la unidad didáctica diseñada para el tema de dinámica:

Tabla 1. Estructura de la unidad didáctica de Dinámica

LEY DE INERCIA *Comprender el concepto de Inercia en situaciones en donde se cumple la primera ley de movimiento de Newton y reconocer sus efectos.*	**Jugando con la inercia** *Conocer los efectos de la inercia en diferentes situaciones que se presentan en la cotidianidad.*	Predicción
		Actividad demostrativa
	Formalización *Aproximar al estudiante al concepto de inercia mediante la presentación formal de la primera ley de movimiento de Newton.*	Presentación
		Construcción del concepto
LEY DE MOVIMIENTO *Facilitar al estudiante herramientas conceptuales para interpretar y comprender la relación que existe entre fuerza, masa y aceleración, permitiendo definir la segunda ley de movimiento de Newton.*	**Relación entre fuerza, masa y aceleración** *Facilitar al estudiante herramientas conceptuales que permitan aproximarse a la relación que existe entre fuerza, masa*	Predicción
		Actividad demostrativa
		Presentación y construcción del concepto
	Simulando voy interpretando *Interpretar los conceptos teóricos de las leyes de Newton mediante el uso de la simulación "fuerzas en una dimensión".*	Simulación interactiva
LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN	**Interactuando** *Facilitar a las estudiantes herramientas conceptuales para formalizar la tercera ley de movimiento de Newton.*	Situaciones problémicas
		Actividad demostrativa
		Cuanto se ha aproximado a la tercera ley de newton
		Socialización y cierre
Trabajo	**¿Cuánto trabajo?** *Facilitar al estudiante herramientas que permitan aproximarse al concepto de trabajo y relacionarlo con las leyes de Newton*	Situaciones problémicas
		Actividad demostrativa

III. CONCLUSIONES

- La incorporación de nuevas metodologías en el curso de física general de la UNAD permitirá que los índices de deserción sean menores, además que las calificaciones se encuentren en un buen promedio.
- La incorporación del aprendizaje activo al curso de física general permitirá el cambio de concepción del docente hacia lo que está enseñando.
- El aprendizaje activo en la enseñanza de la física general buscara un aprendizaje significativo en los estudiantes; dejara entonces que construyan su propio conocimiento.

REFERENCIAS

[1] Redish, Edward F., Rachel E. Scherr y JonathanTuminaro (2006), "Reverse-Engineering the Solution of a 'Simple' Physics Problem: Why Learning Phys-ics IsHarder Than It Looks, The Phys-ics Teacher, vol. 44, mayo, University of Maryland, College Park.

[2] Benegas, J (2009). Aprendizaje activo de la física II Mecánica, manual de entrenamiento

[3] Vasquez, A. Manassero A (2008) El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación en ciencias.

[5] Galagovsky, L. (S.F). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentables. Parte 1: el modelo teórico. *Investigación educativa*

[6] Vasco, (2012) los retos de la investigación en educación y pedagogía en Colombia. Revista

[7] Jiménez, Wamba, Maiztegui et al. (2003). Rechazo de los docentes por propuestas innovadoras

[8] Pozo, J. I. (1999). Sobre *las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: Del cambio conceptual a la integración jerárquica*. En: Enseñanza de las Ciencias.

[9] Ubaque, Y. (2009). Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

THT para AVA en tiempos de distanciamiento social

Pilar Alexandra Moreno
Juan Monroy
Ingeniería de Sistemas
Ingeniería Electrónica
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
pilar.moreno@unad.edu.co
juan.monroy@unad.edu.co

Resumen - El Taller de Herramientas Tecnológicas para Ambientes Virtuales de Aprendizaje- THT para AVA fue creado por los docentes Juan Monroy y Pilar Moreno de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI UNAD. Su origen parte de las acciones y talleres paralelos que cada docente venía desarrollando durante el año 2015 e inicios del 2016 en los centros regionales de educación a distancia (CEAD) de Sogamoso y de Duitama, respectivamente, como apoyo a los procesos de inducción establecidos para los estudiantes de primera matrícula. El diseño de la primera versión, formalmente aplicada, se dio en el periodo 16-04 del año 2016, en los centros de Duitama y Sogamoso, enfocada principalmente, en buscar que los estudiantes conocieran y aprendieran a usar las diferentes herramientas tecnológicas digitales que se requerían en el desarrollo de las actividades de los cursos virtuales. Desde esa primera versión, año a año, se han realizado ajustes respondiendo al análisis de las experiencias, expectativas y necesidades detectadas en los estudiantes; llegando así a la versión actual, versión 5.0, como resultado de dichos ajustes y de las nuevas características requeridas por el distanciamiento social en tiempos de pandemia.

En este paper se presentan y describen los materiales, métodos, resultados y conclusiones sistematizadas a lo largo de las diferentes experiencias significativas que se han logrado y que sirvieron como antecedentes para la propuesta de investigación que se inicia y que busca configurar un escenario que favorezca la transición de un proceso de formación tradicional a uno con mediación virtual.

Palabras clave — Ambientes virtuales de aprendizaje, mediación tradicional, mediación virtual, inducción, herramientas tecnológicas.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El Taller de Herramientas Tecnológicas para Ambientes Virtuales de Aprendizaje, denominado THT para AVA, se presenta formalmente como una estrategia de retención y permanencia "Estrategia RP" desde la responsabilidad sustantiva de innovación que busca convertirse en un recurso de apoyo institucional para los estudiantes de primera matrícula en su proceso de transición y adaptación a la metodología de educación superior a distancia con mediación virtual [1], en un espacio y momento donde el distanciamiento social es protagonista como herramienta para frenar la propagación del COVID 19.

Dentro de los materiales y métodos desarrollados para estudiantes de primera matrícula que dan soporte a THT se tienen [2], [3]:

A. Métodos:

THT para AVA, se convierte en una estrategia que desde 2017 (momento en que se lanzó la primera versión) permite llevar de la mano a los estudiantes de primera matrícula a un proceso de formación virtual, cubriendo tres aspectos centrales: herramienta tecnológica, actividades de cursos de primera matrícula e inducción al campus virtual [4]. Para ello, dentro la metodología de desarrollo del THT para AVA, se establecieron los siguientes métodos, vistos como los procedimientos que permiten alcanzar su objetivo [5], [6], [7]:

Modalidad: El taller se ofrece a través de la modalidad virtual.

Recursos Humanos: El recurso humano que puede apoyar el desarrollo del taller lo conforman docentes de ECBTI en los diferentes centros en donde se aplica el taller.

Ambiente virtual de aprendizaje: el taller se implementó con base en la nueva estructura de cursos basada en tres entornos de aprendizaje bajo el Ambiente Virtual de la UNAD.

Material de apoyo: Se realizó el rediseño de todo el material de apoyo para el desarrollo del taller, que se compone de: Syllabus del curso, Guía de actividades, Lecturas y referencias requeridas para el taller, en función del nuevo estándar de curso para AVA de tres entornos.

Estructura THT para AVA: se depuraron y definieron ocho sesiones que representan los ocho ejes temáticos que componen el desarrollo del taller [8], cada sesión se realiza en línea y se programa de 2 a 3 horas máximo, dependiendo del tamaño y características del grupo. Los ejes temáticos definidos son: procesador de texto, hoja electrónica, presentación electrónica, comunicación sincrónica, trabajo con multimedia, mapas, internet y consultas y referencias. Cada sesión, se desarrolla a través de una serie de etapas que permiten garantizar que los estudiantes avancen en su proceso de aprendizaje, con una metodología diferente a la tradicional. Las características de cada una son:

- Contextualización de la sesión de trabajo.
- Revisión de la guía de actividades.
- Realización de la lectura requerida para el taller.
- Desarrollo de la guía de actividades.
- Verificación por parte del estudiante del cumplimiento de lo solicitado como producto final de la sesión.
- Valoración del producto por parte del tutor.

Mecánica de trabajo: cada una de las sesiones se desarrolla a través de los siguientes pasos:

- Contextualización de la sesión de trabajo.
- Revisión de espacio en campus virtual
- Explicación herramienta tecnológica
- Recordar la importancia de la lectura requerida y/o complementaria
- Desarrollo de la guía de actividades.
- Verificación por parte del estudiante del cumplimiento de lo solicitado para el producto final de la sesión.
- Entrega de producto académico

Desarrollo del taller: en cada periodo en el que se aplica THT para AVA, se debe llevar a cabo un proceso riguroso y coordinado, que permita la participación efectiva de los estudiantes interesados en su desarrollo. Dicho proceso abarca las siguientes fases:

- Invitación oficial para THT para AVA
- Inscripción
- Matrícula
- Bienvenida
- Desarrollo de las sesiones (8)
- Clausura

Con base en los puntos expuestos, se puede resaltar que se ha venido depurando el método a través de cada uno de los talleres desarrollados desde 2017, consolidándose así, la quinta versión THT para AVA.

B. Materiales:

Para el desarrollo de THT para AVA se han diseñado diversos tipos de material, acordes con la metodología del taller y la mediación virtual que ofrece la UNAD en sus procesos de

formación [9]. Dentro de dichos materiales se cuenta con:

- Syllabus del curso. Documento que contiene la descripción del taller y los elementos que deben identificar para su desarrollo. Su objetivo central es acercar a los estudiantes al manejo y reconocimiento de los syllabus de los cursos en la UNAD.
- Guías de sesiones, allí se plantean las actividades a desarrollar en cada sesión, como resultado de una revisión de tareas similares a las que pueden encontrar los estudiantes en sus cursos de primera matrícula. En la sesión de trabajo el tutor presenta la guía y va desarrollando cada uno de los pasos allí indicados, como ejemplo del trabajo a realizar. Se da un tiempo para que los estudiantes inicien su trabajo.
- Lecturas requeridas para el taller.
- Lecturas complementarias - Material de profundización
- **A**VA. Para el desarrollo del proceso de transición, se diseñó un ambiente virtual de aprendizaje bajo el estándar de tres entornos establecidos por la universidad, dispone de los mismos elementos que un curso que matricule un estudiante de la UNAD, el objetivo por tanto, es que el proceso se lleve a cabo dentro de un ambiente igual al que encontrará el estudiante en sus cursos matriculados.

Las líneas base para el diseño de este material, basados en las competencias que se quieren generar en los estudiantes y sus implicaciones en su proceso de formación [10], son:

- Las actividades parten de una lectura previa de un documento que contextualice y oriente el proceso de formación en la temática correspondiente.
- Se cuenta con material para lecturas de profundización que permita consultas posteriores al desarrollo de la actividad.
- La orientación para el desarrollo de la guía debe darse en concordancia con la filosofía de la Universidad de fomentar el aprendizaje autónomo, es decir no debe darse un proceso de clase magistral para explicar la temática. El tutor debe contextualizar sobre el trabajo a desarrollar, orientar las lecturas correspondientes para cada sesión y acompañar la realización de cada uno de los puntos de la guía. Así, el estudiante resuelve de manera autorregulada la guía de actividades hasta obtener el producto solicitado, de tal forma que el docente se convierte en un apoyo en su proceso, estará atento a dar la orientación y resolver las diferentes inquietudes y situaciones que pueda tener el estudiante durante el desarrollo de la sesión. Es importante que el tutor aproveche cada una de las tareas o situaciones que se presenten dentro de la sesión, para realizar las aclaraciones del caso y para contextualizar a los estudiantes dentro de sus cursos virtuales y las diferentes tareas que allí se solicitan.
- Desarrollo de un producto entregable y verificable al final de cada sesión.
- El producto solicitado en cada guía involucra no sólo la aplicación de la herramienta tecnológica a trabajar sino también la dinámica de manejo y reconocimiento de los cursos virtuales y en general el campus virtual de la Unad.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

THT para AVA en tiempos de distanciamiento social, ha logrado resultados importantes frente a la atención de estudiantes en espacios virtuales, proceso de inducción, nivel de participación en las sesiones y en AVA [11].

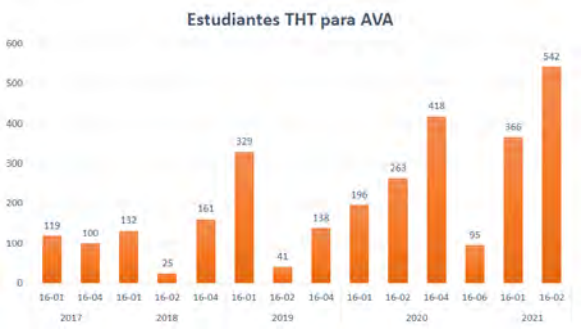


Figura 1. Estudiantes atendidos THT para AVA

En la Figura 1 se puede evidenciar el aumento en el nivel de participación de los estudiantes a medida que se va consolidando el desarrollo del taller. También, se puede observar que los periodos en donde más participaciones se presentan son los periodos centrales de cada año: 16-01 y 16-04, esto obedece a que son los periodos en donde más estudiantes se matriculan en la UNAD. De igual manera se verifica que en los años 2020 y 2021 aumentó sustancialmente el número de estudiantes en THT, esto se explica debido al nuevo formato virtual diseñado y disponible para tiempos de aislamiento por la pandemia.

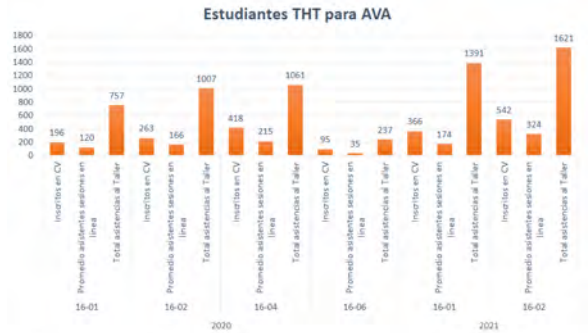


Figura 2. Participación estudiantes THT mediado virtualmente

Precisamente, en la Figura 2, se muestran de manera detallada, las cifras de participación en el THT para AVA durante los años 2020 y 2021, discriminando el número de estudiantes que participan, de acuerdo a las diferentes posibilidades que ofrece el taller bajo su diseño con mediación virtual, así:

- Inscritos en el curso virtual en campus
- Asistentes a sesiones en línea
- Estudiantes desarrollando actividades del taller.

Ahora, en la Figura 3, se presenta una gráfica que muestra de manera consolidada los datos que se han venido analizando con respecto a los resultados obtenidos año a año, frente a la efectividad en la permanencia y promedio de estudiantes de primera matrícula que se han inscrito al THT para AVA frente a los que no han tomado este taller.

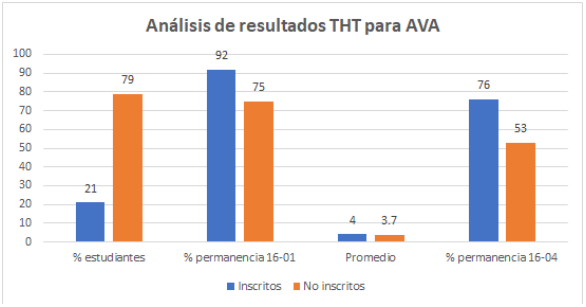


Figura 3. Análisis resultados THT para AVA

En esta Figura 3, se contrastan los resultados de permanencia y promedios obtenidos por estudiantes que han desarrollado el taller y los que no lo han realizado, estableciendo como permanencia su inscripción en el periodo siguiente al periodo en el que hizo el taller, tomando como periodos de análisis únicamente los períodos regulares 16-01 y el 16-04 de cada año. Con este análisis, se puede inferir, en alguna medida, el nivel de impacto positivo que ha tenido del THT para AVA en los estudiantes que lo desarrollan, aportando así a la meta trazada por la UNAD en cuanto a mejorar los porcentajes de retención y permanencia de los estudiantes de primera matrícula [12].

III. CONCLUSIONES

Dentro del proceso del análisis de la información obtenida sobre el desarrollo y evolución del THT para AVA y del ajuste sustancial que se presenta dado el distanciamiento social, tanto de los datos de tipo académico como

de las estadísticas de permanencia generadas, fue posible detectar varios aspectos que se consideran fundamentales reconocer y sistematizar, tales como:

1. Más allá de las temáticas que se desarrollen en el taller, los elementos que han favorecido la permanencia y rendimiento académico de los estudiantes están íntimamente relacionados con:

- Formar vínculos interpersonales con los docentes que orientan el taller.
- Organizar grupos de trabajo con los compañeros del taller para el desarrollo de su vida académica.
- Establecer rutinas de trabajo y procedimientos que apoyan el desarrollo de su autonomía, tales como: revisar documentación, realizar las lecturas de manera consciente, atender las orientaciones del tutor, seguir las indicaciones planteadas en las guías, determinar el producto a entregar, conocer las condiciones de entrega y realizar la sustentación de sus productos.
- De igual forma, y no menos importante, el hecho de tener la posibilidad de fallar dentro de un proceso práctico en el laboratorio, hecho que se convierte en la base para orientar y aclarar el proceso, sintiendo el apoyo y respaldo del tutor y compañeros.

2. La estrategia THT para AVA plantea el empleo de unas guías que permiten ir al ritmo de cada uno de los estudiantes, favoreciendo la confianza, la posibilidad de reconocer las dificultades ante el tutor y ver que recibe de él una orientación para poder superarlas.

3. Todas las actividades a desarrollar están relacionadas con los trabajos a entregar en las fases inicial e intermedia de los cursos virtuales, lo que motiva al estudiante a asistir a las sesiones del taller para conseguir los elementos necesarios para el desarrollo de sus actividades, a la vez que se convierte en plataforma para que expongan sus dificultades en el desarrollo o ingreso a los cursos.

4. El producto a obtener en cada sesión está ajustado a alguna de las actividades o temáticas a desarrollar en alguno de los cursos de primera matrícula y/o a la temática de Inducción UNADISTA. Se busca, entre otras cosas, la contextualización del estudiante en la universidad, un acercamiento a su programa, un reconocimiento de su malla curricular, del reglamento estudiantil entre otros.

5. Esta estrategia reconoce, como fundamental, el fomentar la autonomía en los estudiantes para el desarrollo de actividades abiertas, con problemas definidos que inviten al estudiante a construir su solución.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan sus agradecimientos a las diferentes unidades y dependencias que han venido apoyando el desarrollo del THT para AVA en los CEAD donde se ha aplicado. Estas unidades son: Direcciones de los centros regionales, Líder zonal de ECBTI, Decano ECBTI, Docentes de ECBTI, Consejerías, GIDT, entre otras.

REFERENCIAS

[1] Acevedo Velandia, S. J., Villegas, F. L., & Pinzón Salas, Y. G. (2020). Perfil inicial del estudiante desertor temprano en la modalidad de educación a distancia, una experiencia desde la Universidad Nacional Abierta y a distancia, UNAD. Congresos CLABES, 200-208. Recuperado a partir de https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/2666

[2] Diaz, F. (2009). Análisis sobre la deserción en la educación superior a distancia y virtual: el caso de la UNAD - COLOMBIA. Revista de Investigaciones UNAD. Volumen 8 Número 2(2009). Colombia. Recuperado de: https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/revista-de-investigaciones-unad/article/view/639

[3] Castro, Y. G., Durán, O. M., & Zamudio, M. T. (2017). Riesgos de deserción en las universidades virtuales de Colombia, frente a las estrategias de retención. Libre Empresa, 14(2), 177-197

[4] Aravena Vega, M., Espinoza Candia, J., Novoa Mora, F., Borzone Valdebenito, M., & Moraga Villablanca, F. (2018). Proceso De Inducción Universitaria Para Estudiantes En Contexto De Vulnerabilidad. Congresos CLABES. Recuperado a partir de https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1985

[5] Bananthy, B.B. (1987). Instructional Systems Design. In Davidson-Shivers, G., y Rasmessen, K. (2006). Web Based Learning: Design, Implementation and Evaluation (pp. 19). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.

[6] Davidson-Shivers, G., y Rasmessen, K. (2006). Web Based Learning: Design, Implememntation and Evaluation. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education

[7] Borges, F. (2005). La Frustración del Estudiante en Línea: Causas y Acciones Preventivas. Retrieved from: http://www.uoc.edu/digithum/7/dt/esp/borges.pdf

[8] García, Ana. (2007). Herramientas tecnológicas para mejorar la docencia universitaria. una reflexión desde la experiencia y la investigación. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 125-148, dic. 2007. ISSN 1390-3306. Disponible en: http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/996>. Fecha de acceso: 26 oct. 2020 doi:https://doi.org/10.5944/ried.2.10.996.)

[9] Moreno, P y Rotundo, M. (2010). Temática de las Consultas de Consejería Virtual, UNAD Colombia. Tipología y Jerarquización. Unad Florida.

[10] Esteve, F., Adell, J. y Gisbert, M. (2013). El laberinto de las competencias clave y sus implicaciones en la educación del siglo XXI. En II Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa, Tarragona.

[11] Thames Valley University (2009). Secondary data collection. Retrieved from: http://brent.tvu.ac.uk/dissguide/hm1u3/hm1u3text2.htm

[12] Guzmán, C., & Duran, D., & Franco, J., & Castaño, E., & Gallón, S., & Guzmán, C., & Gómez, K., & Vasquez, J. (2009) Deserción Académica en la Educación Superior Colombiana.

The Automatic Assessment closed test in Latex Code integrated with Excel on Linear Algebra Course in UNAD

Randy Zabaleta Mesino
Ciencias Básicas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD,
Colombia
randy.zabaleta@unad.edu.co

Resumen - En este trabajo se modela la creación de evaluaciones objetivas cerradas POC para el curso de Álgebra Lineal de la UNAD, con la integración de código Latex y el software Microsoft Excel, generando un modelo consolidado de preguntas, validadas de manera automática, propiciando una masificación en respuesta a la demanda de tests para cada periodo académico, la simulación garantiza el aseguramiento de la calidad del proceso de evaluación de los aprendizaje para el curso, por la revisión rigurosa que tiene la herramienta desarrollada y la intervención de los pares evaluadores de la red de curso bajo los criterios de idoneidad descritos en la rúbricas de evaluación en el formato F 7-4-3. La construcción de cada ítem parte de una pregunta de referencia, la cual es embebida mediante la concatenación de la formulación y diagramación matemática en Excel, las instrucciones en Latex acorde con la tipología de la pregunta. Logramos así la construcción de preguntas y el desarrollo de cuestionarios de una forma sencilla que pueden ser cargadas en la plataforma de Campus (Moodle) sin errores de tipo sintáctico estructural permitiendo una visualización y una lectura armoniosa de las preguntas.

Palabras clave— Assessment, evaluación, Excel, Latex, cuestionario, álgebra Lineal, POC.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de construcción de pregunta sustenta en primer lugar en la anidación de fórmulas matemáticas, con el código Latex, concatenación de enunciados, unificación visual y consolidación de preguntas, el software utilizado para la modelación de preguntas es Microsoft Excel, en este se construyen las preguntas para las POC que se utilizan en el curso álgebra lineal considerando códigos latex, los cuales son validados con el servicio de la consola online Overleaf y luego son integrados con Excel para hacer un embebido de cada pregunta del cuestionario, finalmente se utiliza una macro para la generación masiva y automática de las preguntas que luego son migradas en el formato Pruebas Tema D F-7-4-2 de la Vicerrectoría de medios y mediaciones VIMEP quedando formuladas como se requieren el formato antes mencionado, el proceso de construcción, elaboración y revisión de preguntas cuenta con la participación de la red de tutores adscritos al curso los cuales aportan sus conocimientos y experiencia en programación en Latex, Excel y Visual Basic.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados alcanzados parten de un proceso de construcción de las evaluaciones para el curso de Álgebra Lineal en cada periodo académico con el curso del recurso humano representado en la red de tutores, responden a los lineamientos emitidos por la Vicerrectoría

Académica y de investigación VIACI, un proceso de revisión por pares académico considerando la rúbrica F-7-4-3 para garantizar la calidad de las preguntas y que su vez acoge el modelo de evaluación de la Universidad Nacional Abierta a Distancia UNAD, cabe resaltar que se requiere asegurar la formulación de 150 preguntas nuevas con la calidad que permita alcanzar la evaluación de los resultados de aprendizajes propuestos para cada unidad temática. En [2] se pueden identificar los principios que sustentan el modelo de e-evaluación Unadista, el cual acoge el enfoque de evaluación constructivista, propiciando la eticidad, la significatividad, la objetividad y ecologicidad. En [1] describen que la utilidad de un cuestionario se fundamenta en la necesidad de contar con instrumentos simples, específicos y validados localmente, que permita conectar la práctica con la resolución de problemas contextualizados.

En [7] se establece que *la evaluación tiene como propósito verificar el nivel de competencia del estudiante y da cuenta de los procesos de comprensión, aplicación y producción de conocimiento. Así mismo, se constituye en un indicador múltiple de la calidad del proceso formativo y de cada uno de sus componentes.*

En [6] se destaca que *los estudiantes esperan obtener ganancias en el aprendizaje al proporcionar y obtener retroalimentación de / a sus compañeros utilizando herramientas tecnológicas,* lo que imprime una motivación al estudiante cuando se implementan evaluaciones mediadas con tecnologías informáticas.

En [3] se describe que para evaluar los aprendizajes en matemáticas, se requieren afinar la calidad tecnológica, la calidad de contenido, la calidad visual, la significación didáctica, la adecuación de contenido, la relación entre teoría y práctica, implicación, contribución al aprendizaje, relevancia e interacción entre educación actores, precisamente en la implementación de instrumentos bajos las premisas antes mencionadas.

En [5] se afirma que *los estudiantes perciben la evaluación tradicional como el mejor discriminador de capacidad. Sugerimos que el impulso hacia la introducción de la evaluación innovadora en matemáticas debe considerarse a la luz de los estudiantes,* lo que plantea un desafío para la construcción de un instrumento verdaderamente atractivo e innovador en las futuras generaciones.

Por otro lado, en [4] se afirma *que los estudiantes de matemáticas prefieren de manera diferente los métodos de evaluación tradicionales como el examen a libro cerrado; perciben que son más justos que los métodos innovadores y perciben que los métodos tradicionales son los mejores discriminadores de la capacidad matemática,* lo que nos plantea un reto para los maestros en propiciar y establecer un tipo de evaluación con atributos de confiabilidad en la medición de las competencias y habilidades matemáticas que queremos potenciar en nuestros estudiantes que durante la formación académica logren evidenciarse con el alcance de los propósitos formativos de su pregrado.

A continuación, se relaciona algunas imágenes de la visualización de las preguntas en los diferentes entornos de elaboración:

La imagen muestra la hoja de Excel que contiene la lectura de datos que se anidaran con las fórmulas en Latex para la representación visual de la pregunta, a su vez se relacionan a las formulaciones matemáticas producto de los teoremas que fundamentan el resultado algorítmico que da lugar a la respuesta correcta y finalmente se genera un despliegue de las respuesta falsas unidas a su retroalimentación correspondiente, a continuación se comparte parte de un código Latex y la concatenación en Excel de un enunciado de la pregunta y formulación matemática a manera de referencia y la secuencia de imágenes como resultado del aporte de la herramienta…

=CONCATENAR("Enunciado:";"Dado $$P=\left (";B116;",";C116;",";D116;" \right)$$ y $$Q=\left (";F116;",";G116;",";H116;" \right)$$ dos puntos de una recta en el espacio, las

ecuaciones paramétricas correspondientes a la recta son:") …. =CONCATENAR("$$\begin{align*} x &= ";B$116;SI(F$116-B$116>0;"+";"-");ABS(F$116-B$116);"t \end{align*}$$, $$\begin{align*} y &=";C$116;SI(G$116-C$116>0;"+";"-");ABS(G$116-C$116);"t \end{align*}$$ \end{align*}$$, $$\begin{align*}z &=";D$116;SI(H$116-D$116>0;"+";"-");ABS(H$116-D$116);"t \end{align*}$$") …

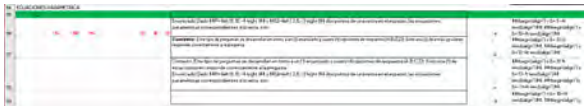


Figura 1. Diagramación de preguntas en Excel

Luego de proceso de integración del enunciado, el código Latex y el algoritmo matemático en Excel se unifica visualmente la pregunta de referencia como sigue:

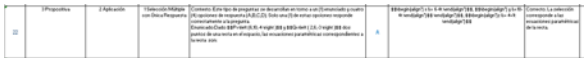


Figura 2. Diagramación de preguntas embebidas

Después del proceso de unificación visual se genera una macro que permite migrar las preguntas de forma masiva al formato Tema D F-7-4-2 como sigue:



Figura 3. Diagramación de preguntas en el formato TEMA D F 7 -4-2

Luego de establecer y consolidar las preguntas en el formato Tema D F 7-4-2 se importan a los bancos de preguntas de la plataforma Moodle en los distintos formatos en particular el XML logrando la visualización de apropiada de las preguntas como se muestra a continuación:

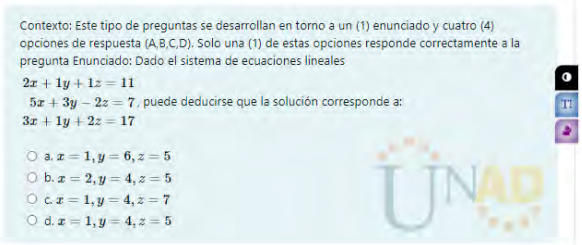


Figura 4. Visualización de preguntas en el cuestionario Moodle referencia SEL

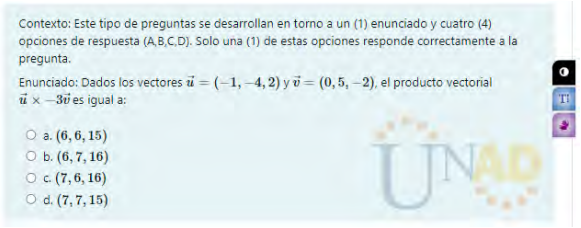


Figura 5. Visualización de preguntas en el cuestionario Moodle referencia vectores

III. CONCLUSIONES

Este trabajo es una contribución importante al proceso de construcción de cuestionarios, pruebas objetivas cerradas POC de todas las redes de curso de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, puesto que la herramienta permite asumir un algoritmo de masificación de preguntas de alta calidad, como un proceso automático, dejando de lado los proceso artesanales, manuales, minimizando los errores en la compilación final de las preguntas en Moodle, errores de compatibilidad entre las fórmulas de Latex y la lectura de la plataforma sin dejar de mencionar los errores en otras sintaxis propias del lenguaje, que se traducen y evidencia en la solicitudes de corrección por parte de los estudiantes específicamente por la no comprensión de fórmulas matemáticas incluidas en los problemas y ejercicios propuestos.

Con la implementación de la herramienta de masificación se logra se garantizar la calidad de la pregunta, se diversifican las preguntas, permitiendo evidenciar una armonía entre la calidad, una lectura clara, una escritura limpia, interpretación y análisis correcto de la información contenida en las preguntas.

La estrategia utilizada contiene elementos básicos, esenciales de Microsoft Excel, algoritmos sustentados en los fundamentos matemáticos propios del curso Álgebra Lineal y los códigos Latex generando finalmente una propuesta afinada de un cuestionario adecuado y bien elaborado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Red de Curso de Álgebra Lineal adscrita a la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por la contribución en la construcción de las preguntas consideradas en el presente trabajo.

REFERENCIAS

[1] Giaconi, V., Perdomo, J., Cerda, G., & Saadati, F. (2018). Prácticas docentes, autoeficacia y valor en relación con la resolución de problemas de matemáticas: diseño y validación de un cuestionario. Enseñanza de las ciencias, 36(3), 99-120.

[2] García, C. A., González, P. A. V., & Rodríguez, J. H. G. (2013). La e-evaluación: dimensión sinérgica del e-MPU. Lineamientos para su implementación.

[3] García-Hernández, A., & González-Ramírez, T. (2018, October). Construction and validation of a questionnaire to assess student satisfaction with mathematics learning materials. In Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 134-138).

[4] Iannone, P., & Simpson, A. (2015). Students' preferences in undergraduate mathematics assessment. Studies in Higher Education, 40(6), 1046-1067.

[5] Iannone, P., & Simpson, A. (2013). Students' perceptions of assessment in undergraduate mathematics. Research in Mathematics Education, 15(1), 17-33.

[6] Isabwe, G. M. N., Reichert, F., & Carlsen, M. (2013, August). Rethinking practices of assessment for learning: tablet technology supported assessment for learning mathematics. In Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE) (pp. 155-159). IEEE.

[7] UNAD (2013). Acuerdo0029 de diciembre 12 de 2013 por el cual se expide el nuevo Reglamento Académico de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.

Estado del arte sobre el diseño y construcción de *app* para la enseñanza-aprendizaje de la estadística descriptiva en la UNAD- Colombia.

Celso Javier Rodríguez Pizza
Milton Fernando Ortegón Pava
Ingeniería de Sistemas – Ciencias Básicas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
Celso.rodriguez@unad.edu.co
Milton.ortegon@unad.edu.co

Diego Alberto Marín Idárraga
Ingeniería de alimentos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
UNAD, Colombia
Diego.marin@unad.edu.co

Resumen - Las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen innumerables posibilidades para la creación de materiales y se han convertido en un instrumento útil a la hora de desarrollar herramientas que faciliten el proceso de enseñanza – aprendizaje. A través de diferentes programas, paquetes de software y aplicaciones, allí radica la importancia de la incorporación en escenarios educativos en modalidad virtual, donde se ayuda a los formadores en su tarea de enseñar y facilita a los e-estudiantes el logro de los objetivos de aprendizaje y las metas instruccionales relacionadas con la aprehensión de conocimientos estadísticos que le serán útiles para la vida.

Palabras clave— Innovación curricular, Software, educación online, pensamiento crítico-analítico, pensamiento disruptivo.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La universidad Nacional Abierta y distancia UNAD, a través de diferentes estudios de Investigación y espacios dialógicos de interacción, ha logrado identificar los principales factores que influyen en la deserción estudiantil, entre ellos se encuentran entre otros: aspectos económicos, aspectos institucionales y aspectos personales. Es importante también tener en cuenta los aspectos relacionados con la tecnología frente al funcionamiento, accesibilidad y ambiente óptimo de aprendizaje y es que la tecnología, herramientas y mediaciones, son elementos fundamentales dentro de los cursos en línea.

Conforme a lo anterior, el curso de estadística descriptiva de la UNAD no es ajeno a esta situación. Básicamente el escenario escogido para llevar a cabo el desarrollo del proyecto es el aula virtual, es decir el curso de estadística descriptiva de la UNAD co-construido desde la ECBTI. En principio porque "La estadística descriptiva es la rama de la estadística que formula recomendaciones de cómo resumir de forma clara y sencilla, los datos de una investigación en cuadros, tablas, figuras o gráficos" expresados por [10] y [11].

Para la construcción del estado del arte, se ha llevado a cabo desde un estudio riguroso de vigilancia tecnológica, soportada en bases bibliográficas como: Scopus, science direct, elsevier, EBSCO, Web of science - claryvate analitycs, descriptores de busqueda, criterio de inclusión y exclusión de la información bibliográfica encontrada basados; como también los softwares estadísticos: XLSTAT y statgraphics centurion, infostat, Matlab, como también microsoft excel.

Hoy en día, existen varias formas simples e interesantes de organizar los datos, que permiten detectar tanto las características sobresalientes, como las de cualquier proceso que requiere ser analizado. En la actualidad algunas de las aplicaciones o apps que se están utilizando para la aprehensión del conocimiento son: estadística descriptiva app tanto de escritorio como para móviles. Para móviles: Istat, calculadora de estadística, Estadística descriptiva pro, entre otras.

El estudio abordado a través de esta rama de la ciencia trata de reducir el conjunto de datos obtenidos por un pequeño número de valores descriptivos, como pueden ser: el promedio, la mediana, la media geométrica, la varianza, la desviación típica, entre otras.

De esta manera, las medidas descriptivas manejadas en el curso de estadística de la UNAD pueden ayudar a entender propiedades de los datos observados siendo esto fundamental y de gran valía en la adquisición de conocimiento útil para el diario vivir, así como las características clave de los fenómenos bajo investigación.

La educación virtual en la UNAD

El maestro Rector de la UNAD en una de sus intervenciones orales este año 2021 afirmaba: "Estás muy viejo para las tecnologías" que es un mito que el ciudadano moderno y el estudiante de hoy difiere del modelo convencional en el sentido que se capacita bajo la innovación y el desarrollo de un modelo disruptivo en un escenario bajo pandemia o en el siglo XXI, generemos nuevas conversaciones pedagógicas y didácticas, transformando el contexto educativo actual. Aprender desaprendiendo es lo que se implementa en los enfoques de innovación curricular en el marco de procesos de acreditación y certificación institucional de cursos académicos por parte de la vicerrectoría de medios y mediaciones pedagógicas VIMEP.

Por ello, la universidad como proyecto publico vital ha evolucionado desde el modelo que tenía cuando nació al sur de Bogotá, Colombia - como UNISUR en el año de 1981, acorde con el Maestro Rector de la UNAD referenciando la pedagogía, la andragogía y la heutagogía en términos estructurales en ese horizonte de conocimiento universal para las nuevas ciudadanías. La universidad es, por consiguiente, un importante dispositivo de la educación pública, cuya razón es romper el círculo vicioso de la exclusión educativa y, a través del país, ya que su apuesta disruptiva se centra en una educación de calidad con una alta cobertura y pertinencia social. Por lo tanto, no solo herramientas como las *app* y plataformas tecnológicas hacen que fluya la educación virtual, es necesario a su vez, el desarrollo de la flexibilidad para el acceso y permanencia en entornos digitales y en todos los campos del conocimiento, la ruptura de coordenadas espacio-temporales del aprendizaje del e- estudiante de estadística descriptiva, el propio proceso de aprendizaje basado en la motivación intrínseca y por último la transformación radical de la forma y enseñanza de la matemática y estadística, tal cual la conocemos, debido a que la sociedad del conocimiento está en constante e-evolución.

Ahora bien, la estadística descriptiva influye en los sistemas de información de las ciudades y departamentos, por ejemplo [5] como también por [11], [12], [13] y [14], en relación con las estrategias de articulación desde la educación básica y media a terciaria para el arraigo regional departamento Tolima, determinan la importancia de propender por más e-investigadores formados en la estadística descriptiva y el diseño experimental, e-mediadores y e-estudiantes Unadistas que promuevan el quehacer formativo e investigativo desde la cultura científica, la innovación y el desarrollo tecnológico, como lo vienen haciendo los estudiantes del semillero adscrito al grupo de investigación GIEPRONAL y GIDESTEC de UNAD.

En ese caso, el curso dimensiona tener en cuenta la visión colectiva de las estrategias de Retención y Permanencia RP entre e-mediadores y e-estudiantes, por consiguiente, garantizando una verdadera cultura del servicio, analizando también las barreras que no permitirían poder

amplificar este desarrollo tecnológico tipo *app,* planteándose el interrogante o pregunta de investigación para la formulación de hipótesis: ¿Cómo garantizar sostenibilidad de la *app* en el tiempo, frente al manual de uso y aplicabilidad del e-estudiante una vez matricule el curso? Son en ese caso, aspectos que están aún por definirse desde la metodología de la investigación del proyecto financiado por la UNAD.

En concordancia, seguramente en la pandemia, muchos de los e- estudiantes y e-mediadores estará en sus casas o apartamentos, pero su vocación, espíritu solidario y su apasionado corazón se queda en los centros de pensamiento disruptivo bajo la universidad que difiere de lo convencional, hoy por hoy y eso se demanda desde el estudio de los métodos que permiten realizar estos procesos estadísticos con alto componente tecnológico amparado por el constructivismo social.

Actualmente debido a la pandemia mundial por SARS-COV-19, se ha preocupado el hombre por adquirir nuevas habilidades, destrezas y competencias, en una sociedad que demanda mayor productividad, unas ciudadanías más preparadas y mejor formadas para enfrentarse a los nuevos retos y desafíos sobre todo en el campo de la educación superior. Las capacidades autocriticas, el espíritu analítico y la formación de nuevos investigadores bajo el enfoque del constructivismo social y el modelo pedagógico unadista, donde al estudiar, la exigencia de la autodisciplina, el aprendizaje colaborativo y significativo, como también la autonomía para aprender a aprender y desaprender, es necesario ser agiles y paradigmáticos en la forma de utilizar la estadística descriptiva, para así potencializar sus bondades y especificidad para la toma de decisiones en las organizaciones del futuro.

Para llevar a cabo esta labor de desarrollo, se debe tener en cuenta que, "el aprendizaje de la estadística descriptiva requiere no sólo de la comprensión de conceptos teóricos, sino también de su aplicación a casos prácticos y del manejo de software para el análisis de datos" [5] y [12].

Es por ello, que la enseñanza bajo la modalidad virtual de esta disciplina como lo hace la universidad nacional abierta y a distancia UNAD, desde la escuela de ciencias básicas, tecnologías e ingenierías ECBTI. La cadena de formación en ciencias básicas y la cadena de formación en alimentos, los semilleros de investigación FIBONACCI, los grupos de investigación en desarrollo tecnológico GIDESTEC; el Grupo de investigación en etnofarmacología, productos, naturales y alimentos GIEPRONAL, junto con este tipo de sistemas específicos, suele favorecer de forma positiva, bajo la interpretación, elementos de argumentación y proposición de vanguardia, el e-aprendizaje del e-estudiante.

Aplicación de escritorio

En primera instancia, la plataforma de escritorio es estudiada desde la perspectiva funcional, intuitiva y visualmente agradable para el e-estudiante de estadística descriptiva. Para ello, se han desarrollado entornos que cuentan con estas características, tales como *"Descriptive Statistics in SQL".*

Sin embargo, para los propósitos pertinentes del proceso formativo de aprendizaje y enseñanza de la estadística descriptiva en la educación superior, cabe resaltar que SQL no es un lenguaje de programación estadístico, pero cuenta con algunos trucos que permiten hacer estadísticas descriptivas simples. Se puede extraer datos con SQL y pasarlos a un lenguaje de programación estadístico, como SAS o SPSS [1].

Por otro lado, la velocidad de procesamiento, y las versiones de celular soportadas por la aplicación es otro factor que se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar la plataforma.

En este orden de ideas, uno de los entornos que involucra el soporte de todos los sistemas operativos de celulares, es IONIC. "Permite a los desarrolladores crear, probar e implementar

aplicaciones móviles híbridas multiplataforma más fácil que nunca" [7] y [8].

Aplicaciones móviles

Después de haber seleccionado el entorno en el que desarrollará la aplicación de escritorio, se procede a elegir la plataforma en la que se implementará la versión móvil.

Por consiguiente, uno de los entornos que involucra el soporte de todos los sistemas operativos de celulares, es IONIC. "Permite a los desarrolladores crear, probar e implementar aplicaciones móviles híbridas multiplataforma más fácil que nunca" [6].

Es de código abierto y ejecuta las aplicaciones en modo WEBVIEW (es decir, con el navegador integrado del celular). Estas aplicaciones utilizan todas las tecnologías web para desarrollarse y ejecutarse. Además, cuentan con mejoras significativas de rendimiento y facilidad de uso.

Por lo anterior, IONIC [6], permite mayor alcance de usuarios, puesto que su versátil desarrollo web permite desenvolverse en cualquier sistema operativo, ya sea Android o IOS.

Sin embargo, la implementación de la versión móvil a desarrollar se centra en elegir un entorno compatible con el sistema operativo cuyo uso es más frecuente y común, y sin lugar a duda es Android.

Aplicaciones web

Las aplicaciones web para la enseñanza de la estadística en la UNAD, se espera sean presentadas conforme a las características del entorno donde se desarrollará la versión web. Como factor principal se debe tener acceso a internet para poder hacer uso de él, y se habilitará un blog online en una página web donde habrá un enlace directo a este aplicativo.

De acuerdo con lo que se plantea en el documento "El lenguaje JavaScript" [7], [8] y [9], este entorno fue desarrollado a partir del lenguaje Java, cuya diferencia radica en que este es un lenguaje completo, que puede ser utilizado para crear aplicaciones de todo tipo, mientras que JavaScript sólo "funciona" dentro de una página HTML (pg. 1-2).

Según [2] y [3] este entorno permite crear contenido nuevo y dinámico, controlar archivos de multimedia, crear imágenes animadas, y cuenta con una funcionalidad construida por encima del núcleo del lenguaje de JavaScript, llamada: Application Programming Interfaces (API's), que brinda facilidad de implementación en código JavaScript (pg. 1-2). Por ende, JavaScript se elige el entorno ideal para desarrollar la versión web.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El curso de Estadística Descriptiva 100105 de 2 créditos, curso básico común, de primera matricula ofertado por la UNAD, se encuentra inmerso en esta nueva era de la información y el conocimiento como lo afirma [4] y [5], [12], [13] y [14], por tal razón y en aras de disminuir los porcentajes de reprobación del 13,6% y de la deserción estudiantil la cual alcanza el 9,3%, según el último periodo de referencia 16-1 (2021) se ha planteado la incorporación de *app* como herramienta de soporte en el proceso formativo, sin embargo el uso, impacto y funcionalidad del desarrollo de la *app* podría o no tener incidencia significativa en el curso, eso será objeto de análisis e investigación a futuro.

En relación directa un resultado esperado es la diversificación de herramientas novedosas para acompañar el proceso de e-aprendizaje, que pueda permear a otros cursos, para la toma de decisiones estrategias, que conlleven a la generación de avances en productos de ciencia, tecnología e innovación CTI, bajo un modelo curricular que genere mayor competitividad entre los estudiantes y permita incrementar su productividad en relación a las metas instruccionales del curso, como también la futura formación de investigadores bajo enfoques cuantitativos que comprendan, determinen y consideren la estadística descriptiva de valor, al

potencializarla en el servicio de la comunidad educativa Unadista y la sociedad en general.

III. CONCLUSIONES

La importancia del estudio de la estadística descriptiva a partir de la incorporación de posibles *apps*, radica en el compromiso y responsabilidad de los docentes inmersos en los procesos formativos de estos cursos que oferta la UNAD, acorde con [9], en ese sentido el respaldo a investigaciones que posibiliten el desarrollo tecnológico, la formación de nuevos investigadores, la innovación tecnológica, el conocimiento disruptivo, los nuevos retos y desafíos en un mundo cada vez más convulsionado, donde por efecto de pandemia la estadística descriptiva ha sido supremamente útil para todas las naciones, gobiernos e instituciones, propenderá por e-estudiantes con mayores habilidades y destrezas inclusive, desde sus dispositivos móviles.

En la aplicación de escritorio, en afirmaciones dadas en [5], [6] y [7], IONIC permite mayor alcance de usuarios, puesto que su versátil desarrollo web permite desenvolverse en cualquier sistema operativo, ya sea Android o IOS.

La implementación de la versión móvil a desarrollar se centra en elegir un entorno compatible con el sistema operativo cuyo uso es más frecuente y común, y sin lugar a duda es Android. Ello también podría permear entre los e- estudiantes que manejan este sistema operativo.

En las aplicaciones móviles las características del entorno de desarrollo deben cumplir con ciertas características y facilidades visuales, tales como, ingreso de datos, cálculos inmediatos y elaboración de gráficos.

La velocidad de procesamiento, y las versiones de celular soportadas por la aplicación es otro factor que se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar la plataforma.

En las aplicaciones Web, JavaScript es un sencillo lenguaje de programación, y presenta una característica especial, ya que sus programas, llamados scripts, se ejecutan en el navegador (Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Internet Explorer, entre otros) por tanto puede ser muy útil para vincularlo al desarrollo para la *app* de estadística descriptiva del curso de la UNAD.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a Dios en primer lugar, al Sr. Decano de la UNAD-ECBTI, Ing. Claudio Camilo González Clavijo, líder zonal de la ECBTI y al Ing. Alejandro Méndez González, al Licenciado Johny Roberto Rodríguez y la Ing. Clara Isabel Sánchez Bernal, por su apoyo y contribución al proyecto, en la zona sur a la Dra. Gloria Isabel Vargas Hurtado y al Pbro. Jaime Buenaventura Monsalve – director UNAD CEAD Ibagué.

Agradecimiento al grupo de investigación GIDESTEC y GIEPRONAL, y a los e-estudiantes del curso de estadística descriptiva de la UNAD.

Los agradecimientos al patrocinador y de apoyo financiero de este proyecto la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, a las directivas nacionales y zonales que trabajan fuertemente en el fomento de la cultura investigativa, los modelos innovadores, bajo el liderazgo inspirador y transformador de nuestro maestro rector Jaime Alberto Leal Afanador y la Dra. Constanza Abadía García.

REFERENCIAS

[1] Celko, J. (2011). Descriptive Statistics in SQL. *Science Direct*, 555-593. https://www-sciencedirect-com.ezproxy.unibague.edu.co/science/article/pii/B9780123820228000314

[2] Developer Mozilla (2018). ¿Qué es JavaScript?-MDN web docs. https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/JavaScript/First_steps/Qu%C3%A9_es_JavaScript

[3] Developers Android. (2018). Understand the Activity Lifecycle. Developers Android.

https://developer.android.com/guide/components/activities/activity-lifecycle

[4] Estadística descriptiva (*s.f.*). Revista RAM Alergia México. http://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/230/387

[5] Hernández, V. E., y Marín, D. (2018). Estrategia de articulación desde la educación básica y media a terciaria para el arraigo regional departamento Tolima. *Memorias*, (1). https://doi.org/10.22490/25904779.2869

[6] Ionic Framework. (2018). Crea increíbles aplicaciones en una base de código, para cualquier plataforma, con la web.

[7] Ionic Framework: https://ionicframework.com/

[8] JAVA. (2018). ¿Qué es la tecnología Java y para qué la necesito? Java. https://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml

[9] Navarrete, T. (2006). El lenguaje JavaScript. http://www.dtic.upf.edu/~tnavarrete/fcsig/javascript.pdf

[10] Parrado Gallardo, M., Bárcena Martín, E., Imedio Olmedo, L., & Lacomba Arias, B. (2011). La Estadística Descriptiva y las TIC. Dialnet plus, 30-37. Recuperado de https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.unibague.edu.co/servlet/articulo?codigo=3693928

[11] Rendón Macías, M. E., Villasís Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). Estadística.

[12] Tarazona Campos, S. (2013). Enseñanza no presencial de la estadística a través del uso de. Dialnet plus, 628. https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.unibague.edu.co/servlet/articulo?codigo=5487273

[13] Vargas, G. (2017). 4. Marco conceptual para la articulación educativa en el Departamento del Tolima. [info:eu-repo/semantics/article, Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/39630.

[14] Vargas, G. (2017). 8. Conclusiones y recomendaciones para la implementación de la política pública de articulación educativa. *Libros Universidad Nacional Abierta Y a Distancia*, 108-113. https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/2442

Herramientas tecnológicas en la enseñanza del emprendimiento universitario desde un enfoque ágil

Nely Johanna Montes Dias[1]
Karla Natalia Triana Ortiz[2]
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
njmontesd@unadvirtual.edu.co
karla.triana@unad.edu.co

Resumen – Es inminente la evolución constante de tecnologías disruptivas y una apropiación acelerada en el contexto de la pandemia por COVID-19; a ello, no puede ser ajena la educación universitaria para el emprendimiento en su esfuerzo para el diseño y la estructuración de cursos que fomenten la creatividad, la innovación y las competencias para las actividades empresariales.

La formación de emprendedores se ha visto influenciada en los últimos años por el afán de dar respuesta a mercados globales cambiantes, que permitan hacer frente a situaciones de incertidumbre; por ello, se ha hecho necesario involucrar en los procesos formativos el concepto de metodologías ágiles, las cuales promueven respuestas flexibles a las demandas del mercado, a partir de la iteración constante con prospectos, clientes y/o consumidores.

En ese contexto, este trabajo busca presentar los principales resultados de una revisión de literatura, que permitió identificar la implementación de herramientas tecnológicas en el desarrollo de cursos para la formación en innovación y emprendimiento aplicando metodologías ágiles. Dentro de los principales hallazgos, se identificó el uso de las siguientes herramientas tecnológicas por parte de las universidades: Launchpad central, WeChat, Trello, Vidyo y la Plataforma Bota Pra Fazer.

Palabras clave— Educación empresarial, emprendimiento ágil, emprendimiento académico, emprendimiento universitario

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación es exploratoria y se realizó mediante una revisión sistemática de la literatura, en la base de datos Scopus utilizando la siguiente ecuación de búsqueda:

(TITLE-ABS-KEY (capacities) OR TITLE-ABS-KEY (education) OR TITLE-ABS-KEY (competence) OR TITLE-ABS-KEY (methodology) OR TITLE-ABS-KEY (

[1] Estudiante del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD. Participante del semillero de investigación Innovecti.https://orcid.org/0000-0002-8675-4596.
[2] Profesional en Negocios Internacionales. Especialista en Gerencia Estratégica de Negocios. Docente UNAD. Co-Investigadora del grupo de investigación SigCienty. Líder semillero de investigación Innovecti. https://orcid.org/0000-0003-1923-5187.

method) AND TITLE-ABS-KEY (entrepreneurship) OR TITLE-ABS-KEY (startup) OR TITLE-ABS-KEY (start-up) AND TITLE-ABS-KEY (higher AND education AND institution) OR TITLE-ABS-KEY (university) AND TITLE-ABS-KEY (agile) OR TITLE-ABS-KEY (lean))

A partir de la aplicación de la ecuación se obtuvieron 77 resultados, sin embargo, luego de la lectura y el análisis, se pudieron identificar 3 referencias que describen la implementación de herramientas tecnológicas en los cursos desarrollados para la enseñanza universitaria del emprendimiento a partir de un enfoque ágil.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existe una creciente tendencia en las escuelas de negocios de las universidades a nivel global, para implementar estrategias formativas que fomenten las actividades empresariales [1], promoviendo los procesos de innovación que utilicen tecnologías digitales como Big Data, impresión 3D, soluciones en la nube, MOOCs, inteligencia artificial, entre otras [2].

En coherencia con esta tendencia, se ha presenciado una evolución en la innovación en tecnología educativa, que permite evidenciar propuestas que involucran simuladores, laboratorios remotos, aplicaciones móviles, sistemas de realidad aumentada, entre otros, en aras de promover procesos de formación más incluyentes y que promuevan la competitividad [3].

A. Metodologías ágiles para el emprendimiento

Las metodologías ágiles para el emprendimiento, son un conjunto de herramientas que permiten iniciativas empresariales basadas en la creación de valor, y validadas mediante procesos iterativos para determinar la demanda potencial. Lean startup, design thinking y business model canvas constituyen propuestas en esta materia, presentadas por algunos de los principales referentes de la filosofía Lean.

Lean Startup es una metodología que se enfoca en la experimentación a través de la construcción, la medición y el aprendizaje, buscando evitar que las empresas diseñen y desarrollen productos y servicios para mercados inexistentes [4]; design thinking (pensamiento de diseño) promueve un proceso de generación y validación de ideas de negocio que incluye cinco fases consecutivas: empatizar, definir, idear, prototipar y testear [5]; Business Model Canvas (BMC), [6] propone un lienzo en que se consolidan los principales elementos del modelo de negocio, permitiendo comprender como se crea, entrega y captura valor.
.

B. Herramientas tecnológicas en la formación para el emprendimiento universitario

La Universidad de Sao Paulo en Brasil impartió el curso Innovación y Emprendimiento desarrollado con el apoyo de la plataforma "Bota Pra Fazer" del instituto Edeavor, incorporando las metodologías ágiles design thinking, lean Startup y BMC. Esta plataforma educativa para el desarrollo de cursos de emprendimiento y la creación de nuevos negocios incorpora videos y tareas relacionadas con el proceso empresarial [7]. Al finalizar el desarrollo del curso, algunos estudiantes pudieron poner en prácticas las ideas y verificarlas en el campo, sin embargo, una dificultad identificada fue el acceso limitado a la plataforma Bota Pra Fazer, debido a inconvenientes de conectividad o poca familiaridad con la misma.

La Universidad de Texas en Estados Unidos creó un curso dirigido a estudiantes de tercero y cuarto año de universidad, donde los participantes pueden interactuar y aprender sobre la ideación, el desarrollo de productos innovadores y el espíritu empresarial implementando metodologías como BMC; el curso integra a estudiantes de arquitectura con estudiantes de ingeniería y de negocios. Para el seguimiento de las actividades, los estudiantes utilizan la herramienta web LaunchPad Central [8].

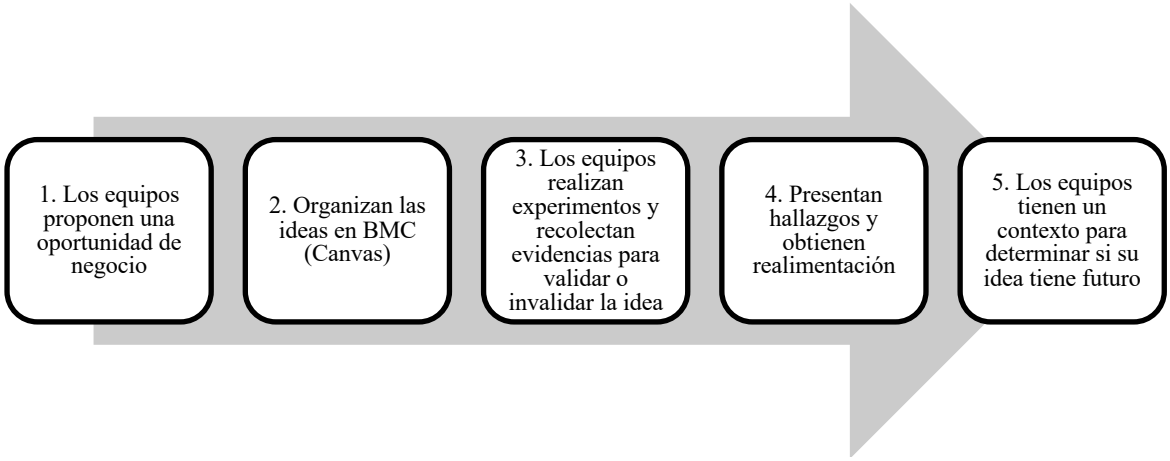


Figura 1. Estructura Plataforma LaunchPad Central

[9] LaunchPad Central es una plataforma usada como herramienta colaborativa que conecta los equipos con mentores para compartir y revisar la evidencia en tiempo real, utilizando la estructura que se describe en la Figura 1, empezando por la identificación de oportunidades de negocio y finalizando con la toma de decisiones a partir del análisis de los resultados de validación.

En el análisis de los resultados alcanzados con la implementación del curso, [8] identificaron que uno de las mayores retos es motivar a los estudiantes a desarrollen ideas de productos realistas, evidenciando que dos tercios de los equipos lograron productos creativos y viables; como alternativa, para mitigar esta situación, se propone la inclusión de una lista de ideas iniciales para ayudar a aquellos equipos que tienen dificultades para iniciar.

Como lo describen [10], también es conocida una iniciativa intercultural, donde el Instituto de Robótica de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong (HKUST), IdeaFactory de la Universidad Nacional de Seúl (SNU), la facultad de Ingeniería de Diseño Industrial de la Universidad de Aeronáutica y Astronáutica de Beijing (BUAA) y a facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Tsinghua (THU), propusieron el desarrollo conjunto de un curso para la formación de emprendedores globales que tuvieran la capacidad de desarrollar un Producto Mínimo Viable (PMV). Para ello, incluyeron en su desarrollo tecnologías de enseñanza que permiten superar las distancias geográficas y las diferencias culturales; utilizando herramientas como Vidyo, WeChat, Slack y Trello.

- Vidyo es una plataforma de videoconferencias grupales que facilita el trabajo colaborativo y el aprendizaje iterativo y sincrónico, además de los múltiples usos que provee a las empresas (Ver Tabla 1) [11].

Tabla 1. Principales usos de la herramienta tecnológica Vidyo

No.	Usos
1	Fidelización de clientes
2	Comunicaciones
3	Trabajo colaborativo de la fuerza laboral
4	Trabajos de campo

- WeChat es una aplicación china desarrollada por Tencet, similar a WhatsApp, con múltiples funciones como mensajería de texto, mensajería de voz, pagos en línea y video juegos [12].

- Slack una aplicación de mensajería empresarial que permite la reunión de equipos para trabajar colaborativamente, facilitando una integración en línea con algunos servicios como Google Drive y Office 365 y

garantizando la seguridad de las comunicaciones. [13].

- Trello una herramienta digital que permite gestionar proyectos en línea, consiste en un tablero, tarjetas y listas que facilitan la administración de las actividades de un proyecto de manera eficiente [14].

Dentro de las principales conclusiones respecto al uso de las tecnologías en la implementación de este curso intercultural en varias instituciones de China, [10] indican que mediante estas herramientas se pudo desarrollar un salón de clases virtual, sin embargo, eso implica varios retos importante, entre ellos, mantener los equipos de estudiantes comprometidos y conectados, y garantizar que el mentor o profesor tenga la capacidad de entender el ritmo y pulso del avance de los estudiantes en el desarrollo de las actividades, aunque cabe resaltar que, algunas funcionalidades como las alertas y anuncios grupales, permitieron disminuir estas dificultades.

III. CONCLUSIONES

Como resultado de la evolución en las tecnologías, existen múltiples herramientas que pueden complementar o apoyar el desarrollo de cursos en la formación para el emprendimiento en el contexto universitario; estas proporcionan funcionalidades que no solo facilitan la interacción y el trabajo colaborativo, sino que, algunas incluso permiten la validación de ideas de negocio mediante el uso de metodologías ágiles.

En este sentido, resulta indispensable en el contexto actual, contemplar la implementación de estas tecnológicas cuando se diseñan cursos para el fomento de competencias empresariales; no solo como medios para promover la interacción virtual sino, como herramientas de gestión que favorezcan procesos más eficientes, que conlleven a resultados mas productivos.

Finalmente, cabe resaltar algunos de los principales retos que implica el uso de estas herramientas tecnológicas en la formación universitaria, de acuerdo con las experiencias documentadas en este trabajo:

- Accesibilidad a las plataformas tecnológicas
- Estrategias de motivación en las actividades e-learning
- Estrategias para garantizar el rol del mentor o tutor dentro de proceso y no solo en la evaluación del resultado

REFERENCIAS

[1] S. Shane, «A General Theory of Entrepreneurship: The Individual-opportunity Nexus - Scott Andrew Shane,» 2013. [En línea]. Available: https://books.google.com.co/books?id=0FxO_Wsh30kC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false.

[2] P. Rippa y G. Secundo, «Digital academic entrepreneurship: The potential of digital technologies on academic entrepreneurship. Technological Forecasting and Social Change, 146, 900–911.,» 2019. [En línea]. Available: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.013.

[3] F. Vergara, I. Mazario, K. Ruiz y N. Sánchez, «Innovación en Tecnología Educativa, Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C.,» 2020. [En línea]. Available: http://redibai-myd.org/portal/wp-content/uploads/2021/02/607-8617-90-6.pdf#page=147.

[4] E. Ries, The Lean Startup: How Today’s Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses, Crown Business (ed.), 2011.

[5] T. Brown, «Design Thinking. In HBR’s 10 Must Reads on Design Thinking,» *Harvard Business Review,* 2020.

[6] A. Osterwalder y Y. Pigneur, «Generación de modelos de negocio. DEUSTO S.A. EDICIONES.,» 2011. [En línea]. Available: http://www.convergenciamultimedial.com/landau/documentos/bibliografia-2016/osterwalder.pdf.

[7] D. A. Dos Reis, A. L. Fleury y T. Bento , «Application of new agile approaches at University of São Paulo innovation agency’s entrepreneurship and innovation course,» Gestao e Producao, 2019. [En línea]. Available: https://doi.org/10.1590/0104-530X4122-19.

[8] J. Porter, J. Morgan, J. Vanegas, R. Hill, R. Lester y A. Steele, «A course in innovative product design: A collaboration between architecture, business, and engineering,» 21-24 10 2015. [En línea].

[9] «LauchPad Central website,» [En línea]. Available: https://launchpadcentral.com/how-it-works.

[10] W. Leung, Y. Wang y K. Seong-Woo, «Global product development: Project-based multidisciplinary joint course,» 2019. [En línea]. Available: https://www.designsociety.org/publication/42272/GLOBAL+PRODUCT+DEVELOPMENT%3A+PROJECT-BASED+MULTIDISCIPLINARY+JOINT+COURSE.

[11] «Vidyo website,» [En línea]. Available: https://www.vidyo.com/.

[12] «WeChat website,» [En línea]. Available: https://www.wechat.com/.

[13] «Slack website,» [En línea]. Available: https://slack.com/.

[14] «Trello website,» [En línea]. Available: https://trello.com/.

Las Competencias Digitales desde el modelo de las dimensiones: Caso de estudio Colegios Públicos del Municipio de Dosquebradas – Risaralda, Colombia

Wcdaly Cortes Algeciras
Jheimer Julián Sepúlveda López
Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
wcdaly.cortes@unad.edu.co
jheimer.sepulveda@unad.edu.co

Frey Ricardo Jaramillo Hernández
ECBTI
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
frey.jaramillo@unad.edu.co

Resumen *-*

El fortalecimiento de las competencias digitales de los estudiantes se ha convertido en un reto para las instituciones educativas del país. Aunque se ejecutan iniciativas para mejorarlas, todavía no existen análisis que permitan relacionar el nivel de competencias digitales de los actores del sistema de enseñanza-aprendizaje en diferentes dimensiones. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es mostrar un análisis de las competencias digitales de los estudiantes, padres de familia y docentes de los colegios públicos de la ciudad de Dosquebradas. Para hacer ese proceso, se hizo uso de los estándares definidos por la Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ISTE) para definir las dimensiones y construir las encuestas aplicadas a cuatro colegios públicos de la ciudad. Los resultados muestran que, aunque se realizan procesos para fortalecer las habilidades digitales de los estudiantes y mejorar el nivel de alfabetización digital de estos, aún es necesario abordar otras dimensiones que se alejan de lo técnico y que buscan el aprovechamiento de las herramientas tecnológicas, dimensiones como el liderazgo digital y la construcción digital de conocimiento. En términos prácticos, se espera que este instrumento pueda ser usado por interesados en alfabetización digital para medir este aspecto; de manera adicional, se hará uso de los resultados obtenidos, con apoyo de la Secretaría de Educación de Dosquebradas, analizar los planes educativos de las instituciones y definir estrategias virtuales para mejorar las competencias digitales en cada una de las dimensiones identificadas.

Palabras clave— Competencias digitales, Alfabetización digital, modelo de dimensiones, Educación media, habilidades digitales, Estándares internacionales.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación se hizo uso de los estándares definidos por la Sociedad Internacional para la Tecnología en Educación (ISTE), estos estándares "proporcionan las competencias para aprender, enseñar y liderar en la era digital, proporcionando una hoja de ruta integral para el uso efectivo de la tecnología en las escuelas de todo el mundo" [1]; lo anterior permite identificar que estos estándares fueron creados para analizar el nivel de alfabetización digital en los estudiantes. De manera adicional, vale la pena mencionar que los estándares ISTE se han utilizado, investigado y actualizado durante más de 20 años con el objetivo de que estos reflejen continuamente las últimas mejores prácticas basadas en la investigación que definen el éxito en el uso de la tecnología para aprender, enseñar, liderar y capacitar [1].

Los estándares ISTE clasifican las competencias digitales por dimensiones, estas dimensiones se configuran como el mecanismo para identificar los niveles de habilidades y competencias en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), asimismo, por cada una de estas dimensiones se relacionan las habilidades mínimas que deben tener los actores implicados. Para el caso específico de este proyecto, se quiso conocer el nivel de estudiantes, docentes y acudientes, actores principales que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para los estudiantes y acudientes se tuvieron en cuenta las siguientes siete dimensiones: Aprendiz Empoderado, Ciudadano Digital, Constructor de Conocimiento, Diseñador Innovador, Pensador Computacional, Comunicador Creativo y Colaborador Global. Por su parte, para los docentes las dimensiones fueron las siguientes: Aprendices, Líderes, Ciudadanos, Colaborador y Diseñador.

Con base en estas dimensiones identificadas, se procedió a realizar la construcción de las encuestas para cada uno de los actores relacionados. Asimismo, para la sección de caracterización general de la población, se hizo uso de las preguntas de la Primera Gran Encuesta TIC 2017 realizada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) de Colombia; encuesta que tenía como objetivo "articular esfuerzos estadísticos históricamente dispersos en diversas investigaciones, con el fin de permitirle al país contar con un referente unificado de información para los principales indicadores sectoriales producidos desde el Ministerio TIC" [2].

De este proceso, se crearon tres formularios para cada una de las poblaciones relacionadas (Estudiantes, Docentes, Acudientes) y con el apoyo de la Secretaría de Educación de Dosquebradas, se seleccionaron cuatro colegios públicos del municipio a los que se les aplicaron los instrumentos: Institución Educativa Empresarial Dosquebradas, Institución Educativa Bosques De La Acuarela, Institución Educativa Fabio Vásquez Botero E Institución Educativa Nuestra Señora De Guadalupe.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existe una necesidad de desarrollar procesos de investigación desde el conocimiento científico aplicado al mundo educativo, que una reorganización de los sistemas educativos bajo el impacto de las TIC, y que a través de estas se den respuestas a la solución de problemáticas de las instituciones y sus aulas, y en este sentido lo plantean Monsalve - Lorente, Laura y Aguasanta - Regalado , Elizabeth [3].

El aprendizaje como proceso de adquisición de conocimiento y que depende de múltiples variables, entre ellas características individuales de quien está en el proceso formativo, incluyendo sus estilos de aprendizaje, conlleva a que se deban establecer estrategias de formación enfocadas a estudiantes promedio, como bien lo plantean (Brusilovsky, 2001; Cristea y Garzotto, 2004; Brown, Cristea, Stewart y Brailsford, 2005; Mampadi, Chen, S., Ghinea y Chen, M., 2011; Prieto, 2006) como se cita en [4], quienes consideran que con el empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), diversas propuestas educativas han incorporado enfoques de personalización en ambientes educativos digitales.

Con base en lo anterior, los resultados obtenidos en el presente estudio permiten contextualizar el nivel de competencias digitales de los tres estamentos encuestados (Estudiantes, padres de familia y docentes), en el que de manera general se logra establecer la relación de cada estamento y su estado frente a la dimensión propuesta en cada uno de ellos.

La Tabla 1 relaciona el estamento y la dimensión analizada a través de encuesta, a partir de las cuales se identifican aquellos aspectos más significativos con relación a las competencias tecnológicas.

Tabla 1. Estamentos y dimensiones analizadas

ESTAMENTO	DIMENSIONES
Estudiantes	Aprendiz Empoderado Ciudadano Digital Constructor de conocimiento Diseñador Innovador Pensador computacional Comunicador Creativo Colaborador Global
Padres de familia	Aprendiz Empoderado Ciudadano Digital Constructor de conocimiento Diseñador Innovador Pensador computacional Comunicador Creativo Colaborador Global
Docentes.	Aprendices Líderes Ciudadanos Colaborador Diseñador

Una vez establecidas la relación entre estamento y dimensión, se identifican algunos aspectos relevantes a cada uno de ellos, que se discuten a continuación:

Análisis de las competencias digitales de los estudiantes

Los estudiantes en términos generales demuestran alcances de competencias digitales en un estado medio - alto, en donde las dimensiones con mayores resultados corresponden a la ser individuos en una dimensión de colaborador Global, (el 98% de los encuestados estiman establecer redes de grupos trabajo y sociales), así mismo dentro de esta dimensión se identifica de manera mayoritaria (80%) que establecen las herramientas tecnológicas como espacios para alcanzar capacidades de liderazgo y aprendizaje.

El estudiante como comunicador creativo presenta valores porcentuales altos, en donde el 75% de los encuestados, crean sus contenidos para socializar procesos de comprensión de contenidos.

Frente a la dimensión del estudiante como Pensador computacional, se requiere trabajar aspectos que fomenten dicho indicador, ya que alrededor del 60% de los estudiantes encuestados no desarrollan ni emplean estrategias para comprender y resolver problemas de forma tal que aprovechen el poder de los métodos tecnológicos para desarrollar y probar soluciones.

La población de estudiantes asociados a los colegios piloto de estudio, se establecen como aprendices empoderados en función de las competencias digitales, en donde un 93% de los estudiantes hacen uso de herramientas tecnológicas, de éstos el 78% consideran que las herramientas tecnológicas son las adecuadas y actualizadas, y el 88% de los encuestados hacen las usan para identificar aciertos y errores en sus procesos evaluativos.

Los estudiantes hacen parte del ser ciudadano digital, en el que reconocen los derechos, responsabilidades de vivir, aprender y trabajar un mundo digital interconectado, se demuestra por ejemplo que el 56% establecen parámetros de reputación como usuarios de herramientas tecnológicas y un 55% de ellos verifican el uso adecuado de los datos, se establecer si la necesidad de fortalecer como el de respetar y citar fuentes de información en donde un 81% no consideran este factor relevante.

Dimensiones tales como constructor de conocimiento, diseñador e innovador alcanzan valores generales de alrededor del 45%, en los que se denota estudiantes que evalúan con algún criterio de los recursos usados y la variedad de recursos tecnológicos para la búsqueda de nuevas soluciones.

Análisis de las competencias digitales de los Padres

Al verificar el resultado de las encuestas realizadas a los acudientes o padres de familia, el resultado es interesante, ya que; primero, permite poder ver el acompañamiento que los acudientes

o padres de familia hacen a sus hijos y además se logra identificar el estado actual de las competencias que tiene o debe tener cada padre de familia, todo esto permite poder analizar hasta donde se puede llegar a dar herramientas y estrategias de aprendizaje para los padres logrando una competencia digital en ellos.

Realizando un análisis de las competencias digitales para cada una de las dimensiones y teniendo en cuenta las encuestas realizadas se puede observar que: los acudientes o padres de familia son muy comprometidos con los trabajos basados en TIC de sus hijos y debido a esto se enfrentan a aprender herramientas tecnológicas, manejan autonomía en el uso y dominio respondiendo de manera positiva en un 60%, así que los acudientes o padres de familia saben que es una herramienta tecnológica pero no en todos los casos saben el desempeño de la misma ya que en la encuesta sólo el 45% tiene dominio sobre ellas.

En la mayoría de los casos los acudientes o padres de familia en un 82% comprenden la importancia de la imagen, en cuanto a la reputación de las personas que hacen uso de la web, sus publicaciones, fuentes de información y datos personales el 80%, pero se hace necesario orientarlos sobre seguridad en las redes sociales y cómo ser un buen ciudadano digital.
En algunos casos los acudientes o padres de familia establecen normas en casa para el uso de internet de sus hijos teniendo en cuenta la seguridad de la información y en este caso se convierten en un constructor de conocimiento y se pone en contexto sobre el uso y la utilidad de las herramientas web.

Análisis de las competencias digitales de los Docentes

El actuar docente dentro del ejercicio realizado es significativo, dado que bien sea que el estudiante ejerce una presión sobre sus docentes para actuar en el marco de desarrollo tecnológico y sus competencias digitales o bien sea por la necesidad de los docentes en implementar herramientas tecnológicas que favorezcan el desarrollo de competencias digitales entre sus estudiantes [5].

Acorde a lo anterior, se destaca en los resultados de encuestas aplicadas a los docentes de las instituciones piloto y tomando como referente las dimensiones establecidas para este rol, se identifica la necesidad de fortalecer al docente como aprendiz, dado que el 50% de los encuestados no participan en redes aprendizaje sobre TIC, así mismo se debe trabajar aspectos relacionados con la dimensión de docentes como líderes, toda vez que el 59% de ellos deben fortalecer la participación en proyecto o procesos que busquen mejorar la capacidad de los estudiantes frente al acceso y uso a las TIC.

Se destaca de manera positiva en los docentes que se consideran como Ciudadanos digitales, debido a que se estiman que en cifras superiores al 53% de ellos participan en la construcción y desarrollo de contenidos en línea, se destacan de igual manera como colaboradores digitales, destacándose que el 94% de los docentes indica que dentro de sus estrategias de acompañamiento y asesoría para sus estudiantes aplican herramientas y recursos tecnológicos.

Finalmente el docente como diseñador deberá seguir revisando la pertenencias y necesidades de trabajar de manera creciente en aspectos de desarrollar sus contenidos y actividades que permitan mejorar crecientemente las cifras actuales, ya que en esta dimensión se estima según en estas, que los docentes diseñadores alcanzan un 43% de participación.

III. CONCLUSIONES

A partir de las encuestas realizadas se logra obtener la respuesta para identificar el cumplimiento de la alfabetización digital en los colegios del municipio de Dosquebradas.

Una ventaja de la alfabetización digital es que el estudiante se ve vinculado con el desarrollo académico que le permite cumplir con la comunicación en línea, la gestión de la información y estar vinculado a un ámbito social en TIC.

Tanto los padres o acudientes como los estudiantes desarrollan habilidades digitales por

medio de la mediación que reciben en sus colegios y a partir de esta enseñanza se vuelven ciudadanos digitales.

El uso de estas herramientas tecnológicas promueven cambios en los entornos sociales que le permiten a los estudiantes hacer parte de la sociedad digital.

Se destaca el hecho de la forma como los padres de familia o acudientes se han empoderado de las herramientas tecnológicas y han permitido afrontar el reto de su uso y aplicación, tanto para el desarrollo de las tareas de sus hijos como para el uso en su vida diaria.

Las dimensiones como parámetros de análisis de nivel de competencias digitales en estudiantes, padres de familia y docentes permiten establecer que la población encuestada en los colegios públicos del Municipio de Dosquebradas - Risaralda tienen un nivel medio en relación con el uso de herramientas tecnológicas en el campo educativo, se alcanzan competencias en dimensiones como la de ciudadano digital, colaborador global e incluso como comunicador creativo, pero se deben fortalecer estas y las demás dimensiones (Pensador computacional, diseñador innovador, constructor de conocimiento), estas quizás mediante una mayor apropiación y uso de herramientas tecnológicas en el desarrollo de las actividades de clase, desarrollar ejercicios tendientes al diseño y construcción de contenidos para fortalecer conocimientos y generar mayores espacios de discusión en comunidades académicas digitales que fortalezcan el quehacer educativo.

Finalmente, se espera que mediante el análisis de los PEI (Proyectos Educativos Institucionales) se logre establecer estrategias que fomenten dentro del desarrollo curricular de los cursos académicos de los colegios, en particular los referentes a los grado 10° y 11° desde un óptica de las dimensiones para el fortalecimiento de las competencias digitales de las comunidades académicas del municipio de Dosquebradas - Risaralda.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a la Secretaría de Educación de Dosquebradas por el apoyo en el proyecto y por el soporte dado en el proceso de aplicación de las encuestas a los colegios públicos del municipio.

De manera adicional, un agradecimiento a los rectores, docentes y estudiantes de los grados 10 y 11 de los colegios participantes en el proceso por su disposición y tiempo.

REFERENCIAS

[1] ISTE. (2021). ESTÁNDARES ISTE. Obtenido de https://www.iste.org/es/iste-standards

[2] MINTIC. (2017). Primera Gran Encuesta TIC 2017. Obtenido de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-74002.html

[3] Aguasanta-Regalado, M. E., & Monsalve-Lorente, L. (2020). Nuevas ecologías del aprendizaje en el currículo: la era digital en la escuela. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC), 139-154. doi:https://doi.org/10.17398/1695-288X.19.1.139

[4] Lopes Pereira, N., Aisenberg Ferenhof, H., & Spanhol, F. (2019). Estrategias para la gestión de las competencias digitales en Educación Superior: una revisión en la literatura. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC), 71-90. doi:https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.1.71

[5] George-Reyes, C. E. (2018) Alfabetización digital en la dimensión didáctica de la práctica docente, elementos para su análisis.

Juguetes: memoria de trabajo y desarrollo físico y motriz para niños de 5 a 6 años

Hernández Hamón PabloCáceres Gómez William Docentes, Diseño Industrial
Universidad Nacional Abierta y a DistanciaUNAD, Bogotá D.C. Colombia
Pabloc.hernandez@gmail.com
william.caceres@unad.edu.co

Puerta Salazar Pablo Andrés Hernández González Camilo Estudiantes, Diseño Industrial
Universidad Nacional Abierta y a DistanciaUNAD, Bogotá D.C. Colombia
pabloandrespuerta@gmail.com
hcamih8066@outlook.com

Resumen –

Una investigación cualitativa se basa en explorar, describir, comparar y evaluar, (Hernández, 2018), en nuestro caso productos existentes y referentes bibliográficos basadosen diseño de juguetes para niños, su análisis se hace desde la apropiación de procesos para diseño y desarrollo de productos nuevos, descritos por Karl Ulrich y Reinaldo Leiro, que permiten identificar y evaluar oportunidades (Ulrich, 2009) y criterios yatributos de diseño (Leiro, 2008).

Basado en lo anterior el presentedocumento establece un proceso descriptivo el cual establece un planteamiento del problema desde la necesidad de obtener información de diseño desde el análisis de productos comerciales y de productos creados por diseñadores industriales, donde se busca tener como resultado requerimientos que nospermitan redactar objetivos de diseño para implementar en productos nuevos (Leiro, 2008).

Además, obtenemos información valiosa en diseño centrado en el usuario, como la ergonómica de niños de 5 a 6 años de edad (Avila, 2007), en el uso y manipulación de juguetes, y en identificar elementos y conceptos de diseño, que apoyen los procesos de configuración, percepción y estimulo en el diseño de productos nuevos (Wong, 1991). Teniendo en cuenta las condiciones pedagógicas y psicológicas analizadas desde la memoria de trabajo.

Palabras clave— *Juguetes didácticos, Juguetes para la memoria, Juguetes para niños*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Problema

Como seleccionar, analizar y evaluar los productos existentes para clasificar de acuerdo a las condiciones de uso de la memoria de trabajo y para determinar criterios y atributos de diseño que permitan establecer objetivos para apoyar procesos de diseño de productos nuevos

Justificación

El diseño de juguetes se ha presentado a lo largo de la historia, los primeros registros se hicieron hacia 1850 donde se implementó los juguetes como un medio pedagógico para incentivar el aprendizaje de los niños (large, 2018), así mismo, se han creado diferentes

juguetes que permiten el uso de la memoria de trabajo, los cuales han sido creados de diversas formas donde ha intervenidoconceptos de diseño y avances tecnológicos, para modificar el uso y la función de los productos, generando nuevas configuracionesen la forma de jugar. Lo que ha generado graninterés en el diseño Industrial como campo detrabajo para innovar en juguetes que mejoren los aprendizajes en los niños. (Van Uffelen, 2009) y que permitan desde la pedagogía ser herramientas que sirvan de medios para integrar saberes, generar roles sociales entre los niños a través una comunicación efectiva que permita la confianza de diferentes actividades o labores escolares. (large, 2018)

Diseño metodológico.

El diseño metodológico que se realiza a travésde 5 fases que son:

Fase 1, Revisión documental. **Fase 2.** Selección de productos. **Fase 3.** Evaluación de productos.**Fase 4.** Resultados
Fase 5. Ergonomía de niños de 5 a 6 años

Fase 1. Revisión documental. El grupo de investigación realiza el procedimiento de adquirir información de juguetes desde una revisión bibliográfica que permitan establecercomo es el uso de la memoria de trabajo y el desarrollo físico y motriz de niños de 5 a 6 años, teniendo en cuenta el contexto de juego,la ergonomía e interacción entre niños y niñas.

Fase 2. Selección de productos.

Desde el formato de recolección deinformación (Tabla 1), se describe información básica del producto la cual se basa en el nombre del producto, la empresa de fabricación e imágenes del juguete y del empaque, desde el análisis de estoselementos se busca identificar: colores y formas, materiales e información del juego anivel ergonómico para niños de 5 a 6 años.

En la segunda parte del formato es una lista de criterios para establecer condiciones y factores del producto, los cuales se buscaanalizar para determinar información necesaria desde el uso, función, e innovacióndel producto, entre otros, información que nos permite establecer atributos de diseño desde elementos repetitivos en diferentes juguetes o de deficiencias en cada producto.

Tabla 1. Formato de recolección de información

JUGUETE No:		
Nombre:		
Empresa:		
Tipo de juguete		
Imagen del juguete	Imagen del empaque	Imagen del usuario con el juguete

Descripción de producto					
USO	FUNCIÓN	INNOVACIÓN	ESTRUCTURA Y ESTETICA	PRODUCCIÓN	COSTOS Y MERCADEO

Fase 3. Evaluación de productos: se divideen atributos y evaluación

Atributos: para diligenciar el Formato de evaluación de los productos (Tabla 2), loprimero es redactar atributos de diseño, los cuales pueden ser más de uno por cada criterio, el atributo es un elemento fundamental o una falencia o falla repetitiva que se presenta en diferentes juguetes, y quetienen una importancia para el diseño de productos nuevos.

Evaluación: cuando se establece los atributos (tabla 2), se evalúa cada atributo con un valorde 1 a 5 según su importancia en los juguetes, hay productos que tienen múltiple en un atributo por su condición, Ejemplo si un juguete se usa sobre diferentes contextos

como: espacios cerrados, espacios abiertos o sobre una mesa, se evalúa marcando 1, 3 y 5.Por su capacidad de ajustarse a cualquiermedio.

Tabla 2. Formato de evaluación de cada producto



Fase 4. Resultado final: Al finalizar la evaluación de los diferentes atributos, se contabiliza los resultados de cada juguete sacando totales por cada criterio (tabla 3). desde los resultados obtenidos en cadacriterio se establecen los (3) tres valores másaltos, para identificar la importancia a losdiferentes atributos que se deben tener en cuenta para redactar los objetivos de diseño los cuales permiten mantener o proponer mejoras en el diseño de un producto nuevo.

Tabla 3. Formato de Resultados



Fase 5. Análisis ergonómico: Con la información que se obtiene de caja juguete delas imágenes de niños jugando se realiza el proceso de observar, identificar y establecer movimientos, posiciones, agarres de los niñosde 5 a 6 años que junto con la bibliografía de medidas antropométricas y condiciones ergonómicas establecemos el uso correcto deun juguete para tenerlo en cuenta en el proceso de diseño.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este proceso de investigación cualitativa busca recopilar información de juguetesexistentes en el comercio, que permitan brindar información de diseño para la investigación “Diseño de juguete para el uso de la memoria de trabajo en niños de 5 a 6 años durante el desarrollo de la clase de educación física, Recreación y deporte” que se desarrolla en conjunto con la UNAD y la UNIMINUTO. Como resultados se obtiene:

1. Revisión Documental

El juguete puede ser cualquier cosa, dependede la imaginación y el alcance de entretenimiento que se genere en el niño, desde una perspectiva diferente sus orígenes se vincularon con la magia, con las actividades de los adultos, con actividades dedescanso o de distracción, y como elemento pedagógico para disciplinar la energía de los niños (Ramos, 2007). De igual forma lo demuestra Antoinette Porte (2006) en su libro“No es una caja de cartón” donde expresa queun niño puede cambiar totalmente la realidada partir de su imaginación a diferencia de losadultos, Jean Pinet desde la psicología explica que “los niños pequeños aprenden a través de experiencias, construyen información por sí mismos manipulando objetos físicos”. Lange (2018) (large, 2018)

A través de la historia se ha avanzado en el diseño de juguetes partiendo desde una caja de cartón donde puede ser un vehículo para laimaginación del niño, un bloque es un medio para la construcción lo que dio fuerza a empresas como LEGO para el diseño de sus juguetes basados en el “juego creativo” (large, 2018), que en el niño dan la capacidad de explorar y explotar su creatividad para la construcción de mundos imaginarios o crear imitaciones de objetos reales (Van Uffelen, 2009)

2. Juguetes Seleccionados

La muestra de productos seleccionadosla conforman 18 juguetes que existen actualmente en el mercado, 11 juguetesson comerciales y 7 son juguetes dediseñador, estos juguetes son: enredados, bolsa creativa, operando, donas, domino, bolos, inflables play-do,Bop-it, air Scoop ball, y silla colgante, Sakol, Les Monks, Rainbow, WhisboneBike, Shapescape, Cuboro, Lego Brick.

3. Resultados de Análisis y evaluación de juguetes existentes.

La tabla 4, establece los atributos por cada criterio, así mismo se evidencia el resultado final de la evaluación de todos los juguetes analizados, por otro lado, se tienen en cuentapor color los (3) tres valores más altos en cadacriterio que permiten identificar que juguete cumple de forma más eficiente en losdiferentes atributos para tenerlo en cuenta enla construcción de objetivos de diseño.

Tabla 4. Resultados de la evaluación de productos.



4. Resultados del análisis

Empresas reconocidas en el diseño y fabricación de Juguetes comerciales.

Como primer resultado que se determinó sonlas empresas que buscan diseñar juguetes para el uso de la memoria de los niños, a nivelmundial se encontraron: Hasbro Gaming,



Figura 1. Collages de juguetes comerciales, y de juguetes dediseñador Fuente: el autor y TOY

Ronda SAS, Fisher Price. A nivel nacional se encuentran empresas como: Avan juguetes, Terapia león, y Distribuidores Angelito SAS,las cuales fabrican juguetes enfocados en pedagogía, desarrollo físico y motriz, y recreación, en algunos casos para niños en otros para jardines infantiles y colegios.

Aspectos generales de juguetes Comerciales y de diseñador

Los juguetes cuentan con un empaque y manual de uso, elementos que establecen la información requerida del producto, como: rango de edad, tamaño del producto, condiciones de uso, materiales y sellos de calidad de las normas nacionales o internacionales se deben tener en cuenta parafabricación de juguetes.

Clasificación de juguetes

El uso de la memoria de trabajo, se produce a través de factores psicológicos, desde esta investigación se establece que la **asociación** con actividades y conocimientos reales es el factor más predominante, este se divide en **asociación por semejanza** donde el niño relaciona directamente juguetes conactividades de adultos; en **asociación es por**

construcción donde la creatividad permite dar forma a castillos y objetos entre otros desde de la **recursividad** de usar juguetes como bloques y objetos como cajas, fichas y otros objetos crear e innovar.

También se identificó la **asociación compartida** que es cuando los juguetes sirven en ambos tipos de asociación. Los juguetes analizados los clasificamos de la siguiente manera:

Juguetes de Asociación por semejanza: Whisbone byke, Operando, Bolos, Le Monks,Play Do Kitchen, Air Scoop Ball, Inflables. **Juguetes de Asociación por construcción,**Bloque - bolsa creativa, Brick de Lego, Sakol,Rainbow, Play-do Kitchen, Enredados, Sillacolgante.

Otro factor que se identifica como importantees la **Secuencia** como elemento organizador que puede ser deductivo o inductivo, y que sepresenta de forma **ordenada** como en el domino; de forma **desordenada** como en juegos de fichas o bloques para armar figuras,o de forma **aleatoria** donde depende de cadajugador para tomar la decisión de escoger como en el juego de operando.

También hay juguetes que permiten mejorar la destreza y habilidad en el manejo del cuerpo, y a nivel motriz, como: el Air Scoop Ball, Whisbone Bike.

Contexto de los juguetes

Los juguetes se pueden usar en diferentes espacios, ya sea en mesas, superficies planasy en espacios cerrados o abiertos dentro de laescuela o del hogar (large, 2018).

Los juguetes de rol son para usar entre 2 a 6 niños, o ente adultos y niños, se usan en espacios cerrados o en mesas que permiten a todos tener acceso alrededor del tablero de juego, son secuenciales de forma ordenada, que permitir el turno de cada jugador entre estos juguetes está el domino y operandoentre otros; los juguetes para armar como legoo bolsa creativa se usan de forma individual ocolectiva, en espacios grandes ya sea en entornos cerrados o abiertos; los juguetes para el desarrollo físico como Whisbone Bike, Air Scoop ball, se usan en espacios abiertos, el primero porque permite recorrer distancia, el segundo porque es para lanzar pelota.

4.1. Factores ergonómicos

A nivel ergonómico se establece las medidas antropométricas de niños y niñas, de igual forma identificamos que los niños poseen una flexibilidad amplia que les permitecontorsionar el cuerpo fácilmente en el uso dediferentes juguetes.

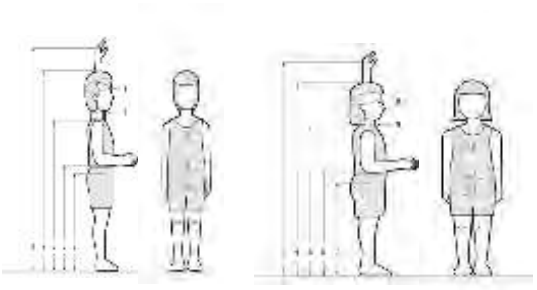


Figura 2. Condiciones de medidas antropométricasde niños de 5 a 6 años, Fuente (Avila, 2007)

5. Objetivos de diseño para una propuesta de un nuevo producto

La siguiente es una muestra de cómo se debe determinar objetivos por cada tipo de especificación, teniendo en cuenta el proceso descrito para aplicar en productos nuevos (Leiro, 2008).

Objetivos de uso específicas del producto:

a. Ergonómicos

Establecer piezas de más de 10 cm que permitan sermanipuladas por los niños.

b. De movilidad

Establecer una actividad física y motriz que el niño realice durante el juego.

Objetivo de producción:

a. Prestaciones tecnológicas

Proponer un juguete que se fabrique en tecnologías limpias que permita el uso de materiales reciclables o naturales.

b. De matricería

Diseñar un juguete de forma digital que se pueda prototipar en 3D.

Objetivos éticos y legales:

a. Ciclo de vida del producto

Diseñar un producto que permita una revisión diariaara su uso.

b. Diseño sustentable

Diseñar un juguete que permita el reciclaje de suspiezas al momento de desechar o eliminar el producto.

Objetivos de lenguaje de producto:

a. de significación

El diseño debe hacer que el niño entienda que es unjuguete.

b. de información (con respecto a laoperatividad del producto)

El juguete puede ser deductivo o inductivo para eldesarrollo y aprendizaje secuencial.

III. CONCLUSIONES

Podemos concluir que el material propuesto permite identificar un proceso ordenado yclaro, que es imperativo para el análisis deproductos existentes en el mercado y necesario para el diseño de productos nuevos.El proceso busca identificar condiciones especiales en juguetes existentes que debenpermanecer en productos nuevos, de igualforma identifica falencias comooportunidades para generar objetivos que mejoren los diseños.

Por otro lado, los juguetes son elementos que permiten mejorar las condiciones pedagógicas, que son recreativos y que permiten el aprendizaje en los niños desde unpunto diferente como lo es el constructivismo o juego creativo para que los niños puedan alcanzar destrezas, habilidades o conocimientos desde la creatividad y el juego.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a los autores por su apoyoen la recolección y revisión de la información,y a la UNAD por su apoyo y espacio de Expotech para la presentación del poster o laponencia.

IV. REFERENCIAS

Avila C. Rosario, P. L. (2007). *Dimensiones antropometricas de poblacion latinoamericana.* Guadalajara, Mexico:Universidad de Guadalajara.

Garcia Prosper, B. (2004). *Factores de innovación para el diseño de nuevosproductos en el sector juguetero.* Valencia: Universidad politecnica de valencia.

Hernández Sampieri Roberto. (2018). *Metodoligia de la investigacion.* Mexico: McGraw-Hill Interamericana.

large, A. (2018). *The design of Childhood.* NewYork: Westchester Publishing Services.

Leiro, R. (2008). *Diseño estrategia y Gestión.* Buenos Aires: Ediciones Infinito.

Ulrich, K. (2009). *Diseño y desarrollo de Productos* . Pensilvania : McGrawHill.

Van Uffelen, C. (2009). *Toy Design.* Germany:Braun.

Wong, W. (1991). *Fundamentos de diseño Bi y Tridimensional.* Barcelona: Gustavo Gilli.

Vigilancia Tecnológica para innovación en educación: Implementación, modelos y plataformas

Yarnher Enrique Sánchez
Jheimer Julián Sepúlveda
Maestría en Gestión de Tecnología de Información
Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
Colombia
yesanchezo@unadvirtual.edu.co
jheimer.sepulveda@unad.edu.co

Resumen - Una institución, organización o empresa, debe mantenerse a la vanguardia de los avances e innovaciones tecnológicas para tener cambios y mejoras que la lleven a alcanzar sus objetivos institucionales u organizacionales, sin embargo, aunque la vigilancia tecnológica lleva más de 20 años de estar circundante en el mercado son pocas las organizaciones o instituciones que la implementan. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es mostrar, como se lleva a cabo la vigilancia tecnológica, para eso se consultaron diversas fuentes y buscadores académicos especializados, dentro de los resultados se encontraron los modelos y plataformas para su implementación. Por lo mismo la vigilancia tecnológica es de suma importancia en una organización o institución, ya que esta analiza, explora, y comunica las informaciones técnicas útiles, además que alerta sobre innovaciones científicas y técnicas susceptibles de crear oportunidades y amenazas para la organización.

Palabras clave— Vigilancia tecnológica, modelos, plataformas, organizaciones.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para Palop y Vicente (1999, b), "la Vigilancia es un sistema organizado de observación y análisis del entorno, tratamiento y circulación interna de los hechos observados y posterior utilización en la empresa". De igual manera la norma UNE 166006 define la Vigilancia Tecnológica "como el proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios" [1].

Por otro lado, para la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) es: "el proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización, sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento, con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios" [2].

Por ultimo y citando a Delgado et al. En 2008, menciona que la "VT constituye un elemento de importante valor para cualquier organización, porque la observación y el análisis del entorno científico y tecnológico son herramientas de vital

importancia para la toma de decisiones estratégicas que generen ventajas competitivas frente a otras organizaciones, mediante la detección, el análisis, la difusión, la comunicación y la explotación de la información, y su posterior transformación en conocimiento" [3]

Por consiguiente, se puede concluir que la vigilancia tecnológica es el proceso tecnológico y sistemático que permite obtener y captar información ya sea interna o externa de las organizaciones, o instituciones para la toma de decisiones y estrategias a implementar en beneficio de estas.

Para el desarrollo de este documento, se realizó un proceso de investigación y búsqueda en base a referentes, publicaciones y estudios realizados anteriormente sobre vigilancia tecnológica, para lo cual se utilizaron buscadores académicos especializados como ScienceDirect, Google Scholar, y las bases de datos de Redalyc y Scielo entre otras, de las cuales se depuro en cada una de ellas para obtener los datos más relevantes y pertinentes aquí publicados sobre plataformas y modelos para llevar a cabo la implementación de la vigilancia tecnológica en una institución, organización o empresa. Vale la pena mencionar que el resultado de este acercamiento a los modelos y plataformas de vigilancia tecnológica será usado, en una etapa posterior, para desarrollar un modelo de vigilancia tecnológica que permita priorizar estrategias y plataformas de automatización de atención en aula virtual que puedan ser replicables e implementables en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar el proceso de búsqueda indicado anteriormente y de analizar de forma crítica el material bibliográfico encontrado, a continuación, se enuncian los principales hallazgos en dos grandes grupos: los modelos de vigilancia tecnológica y las plataformas web para vigilancia tecnológica.

Modelos de Vigilancia Tecnológica

Dentro de los modelos para desarrollar operativamente la vigilancia tecnológica encontramos, el modelo de Colciencias-TRIZ XXI, propuesto por Colciencias en el año 2006, "el cual es un modelo de vigilancia y prospectiva tecnológica aplicado en los centros de investigación de excelencia en Colombia y tiene como cometido orientar las capacidades nacionales en prospectiva y vigilancia tecnológica para el desarrollo de áreas estratégicas de la ciencia, la tecnología y la innovación aplicadas a la economía del conocimiento, de manera que genere información relevante y condiciones suficientes para el direccionamiento estratégico y la focalización del ámbito de acción científico y tecnológico de los centros de excelencia, consta de seis etapas, que son la identificación del tema y objeto de vigilancia; identificación y validación de fuentes, palabras claves, subsistemas y criterios de selección, búsqueda, recolección y organización de información, análisis de la información, validación de los resultados por expertos e informe de vigilancia tecnológica" [4].

Mientras que otro de los modelos identificados en la revisión y documentación es el de Malaver y Vargas (2007), aplicado en la investigación "Creación e implementación de cinco unidades sectoriales de vigilancia tecnológica en Bogotá y Cundinamarca" desarrollado por la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) y el Observatorio Colombiano de ciencia y tecnológica (OCyT), con el apoyo financiero de Colciencias. El propósito de este trabajo consistió en lograr que los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) tuvieran la capacidad para ofrecer nuevos servicios, a través de la realización de ejercicios de vigilancia tecnológica enfocados al sector empresarial [3].

Por otro lado, se encuentra el modelo de vigilancia tecnológica apoyado por una plataforma colaborativa, donde Abreu Lee, Infante Abreu, Delgado Fernández [5], argumentan "que la vigilancia que se lleva a cabo

en el contexto académico y en centros de investigación se desarrolla sobre el entorno científico y tecnológico y está centrada en el seguimiento de las líneas de investigación y de las tendencias actuales de éstas, que permitan guiar las investigaciones en la universidad y que apoyen la planeación estratégica, los investigadores pueden hacer uso de las nuevas tecnologías disponibles en la Web para apoyar sus investigaciones, en la búsqueda de información y en la obtención de ésta, de manera abierta y sin costo alguno. Las plataformas colaborativas permiten descubrir, obtener y compartir información científica y tecnológica, creando comunidades científicas y propiciando la inteligencia colectiva. La nueva era de la Web sirve de soporte para la realización de la vigilancia tecnológica y sus tendencias hacen más viables las investigaciones" [5].

Dentro de algunas de las instituciones de educación superior en Latinoamérica que han implementado un proceso de vigilancia tecnológica, está la Universidad Santo Tomas de Colombia que llevo a cabo la vigilancia tecnológica en la evaluación de nuevos programas académicos [6].

La Universidad Técnica Federico Santa María, de Chile, que centro el proceso en base a la unión universidad empresa [7].

La Universidad del Zulia en Venezuela que lo enfoco en herramientas informativas para diseños curriculares en universidades públicas [8].

Y pasando a las instituciones y empresas en Europa que llevan a cabo un proceso o modelo de vigilancia tecnológica, y específicamente en España encontramos la Agència per la Competitivitat de l'Empresa de Cataluña; Extremadura avante y la Agencia de Innovación, Financiación e Internacionalización Empresarial de Castilla y León; el Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias; la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía; y el Instituto Gallego de Promoción Económica en Galicia, estas empresas e institutos enfocaron la vigilancia tecnológica en la industrialización e innovación [9].

Por consiguiente, estos modelos son relevantes y la vez orientan la manera de llevar a cabo un proceso de vigilancia tecnológica, ya que brindan las pautas y pasos a seguir en la implementación de esta.

Plataformas web de Vigilancia Tecnológica

Martínez Rivero, y Maynegra Díaz en el 2014 publicaron un artículo en la revista cubana de información en ciencias de la salud, en el cual nos plantean que "en el mercado existen plataformas web que proporcionan soporte automatizado al proceso de Vigilancia Tecnológica, la cuales se tratan de soluciones informáticas potentes (en términos de estructura, funcionalidad e interfaz), que cada vez se presentan con más prestaciones y ya son comparables a aplicaciones con la complejidad del software tradicional. Las plataformas web para VT, son programas basados en la arquitectura cliente web/servidor, que pueden automatizar todo el proceso de vigilancia. Contemplan funcionalidades de rastreo, captura y tratamiento de información; gestión de los contenidos; y administración de usuarios. De igual forma, facilitan la difusión de los resultados mediante la generación de alertas y boletines para las personas involucradas en la toma de decisiones estratégicas" [10].

Dentro de estas plataformas web para la Vigilancia Tecnológica y ubicando las más relevantes, encontramos a HONTZA v3.5, es una plataforma en código abierto y licencia GPL que pretende democratizar la práctica de la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en las organizaciones a través de Internet. De descarga gratuita, pretende ser un Servicio de Inteligencia Competitiva y Estratégica online, capaz de automatizar el proceso y fomentar el trabajo colaborativo en equipos. puede servir para montar

un Sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva orientado al uso particular de un grupo de investigación; o puede instalarse para dar servicio a empresas o a grupos de investigación asociados en Centros Tecnológicos, en Fundaciones Universidad-Empresa, en Asociaciones sectoriales, etc. [11].

Innguma es una plataforma de vigilancia tecnológica, que posee una tecnología de punta para la captura y filtrado de información, donde se recibe únicamente la información de interés que se necesite, se ofrece en dos versiones una de negocios y la otra corporativa, esta plataforma cuenta con testeo para garantizar la seguridad de la información en los servidores, a su vez está desarrollada por un equipo de investigadores que pertenecen a la comunidad científica del ámbito de Tics y que participan en los principales foros internacionales, cuenta con un equipo multidisciplinar de profesionales altamente cualificados que permiten dar una respuesta rápida y eficiente ante cualquier incidencia, respecto a la accesibilidad la información estará accesible en cualquier momento, desde cualquier lugar, las 24 horas por ultimo cuenta con una considerable comunidad de usuarios que continuamente aportan propuestas de mejora y ayudan a crecer a la herramienta [12].

Miraintelligence. es un Software de Inteligencia Competitiva y Vigilancia Tecnológica que permite capturar, analizar y compartir contenidos de forma simple y ágil. El software está desarrollado integralmente por Minería, es moderno, rápido y escalable. MiraIntelligence permite automatizar la captura de la información y datos empleando fuentes de libre acceso disponibles en Internet (vigilancia de fuentes on-line, descarga de documentos, captura de novedades en formato RSS (Really Simple Syndication) o Base de datos de pago (acceso a base de dato de pagos). Incorpora diferentes motores que permiten un seguimiento continuo de nueva información en Internet como el monitoreo de las nuevas noticias o novedades que las fuentes publican, el monitoreo de los cambios de una página web (URL), el monitoreo de cuentas de Twitter y el monitoreo de nuevas patentes de 90+ países a través de EPO, Latinpat y WIPO. Estos motores tienen filtros y permiten la extracción del texto completo gracias a un algoritmo desarrollado por Miniera SL. Los motores pueden ser ejecutados con diferentes periodicidades y permiten categorizar/clasificar la información de manera totalmente automática en base a una minería de texto de multi parámetros [13].

SoftVT es una herramienta creada para automatizar aquellos procesos relacionados con la captación, gestión y difusión de información estratégica (tecnológica, mercado, económico-comercial, competencia, etc.). La versatilidad de la herramienta permite procesos tanto de vigilancia tecnológica y económica como otros más centrados en el ámbito de la inteligencia competitiva. SoftVT le ayudará en la toma de sus decisiones estratégicas y en la generación de ideas innovadoras y oportunidades de negocio. SoftVT es totalmente compatible con los procesos de I+D y Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva contemplados en las normas UNE 166006 y UNE-CEN/TS 16555-2 [14].

Vicubo Cloud es la plataforma que le permitirá realizar Vigilancia tecnológica para extraer información estratégica del entorno en su organización, favoreciendo la Inteligencia competitiva en la toma de decisiones y situándole por delante de su competencia. Permite suscribirse a más de 5000 fuentes de información de la web invisible, conecta fácilmente con distintos sistemas de gestión de contenido o aplicación y acceso privado, garantiza la seguridad de la información [15].

Otras de las herramientas utilizadas en la VT son los metabuscadores, los cuales según Carrión (2009) permiten el acceso unificado a múltiples sistemas y recursos de información, además de

realizar búsquedas simultáneas en una selección de bases de datos y recursos electrónicos [3].

Ante esto, las plataformas web y herramientas para llevar a cabo un proceso de vigilancia tecnológica son de suma importancia en la medida que se les de el uso adecuado en base a su implementación y procesos a realizar, ya sea en una organización, empresa o institución, donde por medio de las mismas se obtiene información y datos relevantes para el beneficio de estas.

III. CONCLUSIONES

Los modelos para llevar a cabo un proceso de vigilancia tecnológica son una guía y un paso a paso para poder implementar de una manera adecuada y exitosa la vigilancia tecnológica en una empresa u organización.

En el mercado existen diversas plataformas web que permiten y ofrecen el servicio para realizar el sistema de vigilancia tecnológica, donde cada una de estas brinda sus diferentes pautas o procesos de acuerdo con los datos y la información a procesar por parte del cliente.

Al revisar los elementos identificados en este documento, en una segunda etapa del proceso de investigación se hará uso de la vigilancia tecnológica para priorizar estrategias y plataformas de automatización de atención en aula virtual que puedan ser replicables e implementables en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

REFERENCIAS

[1]. Rey-Vázquez, L. (2009). Informe APEI sobre vigilancia tecnológica. Gijón: APEI, Asociación Profesional de Especialistas en Información, 2009.

[2]. Valiente-Márquez J. F., & Utría Galano A. (2019). La vigilancia tecnológica: Un reto para el proceso enseñanza aprendizaje en función de la física general usando las TIC.

[3]. Ospina Montes, C., & Gómez Meza, M. (2014). Modelo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en grupos de investigación de las universidades de la ciudad de Manizales.

[4]. Islen-San Juan, Y., & Romero-Rodríguez, F. I. (2017). Modelos y herramientas para la vigilancia tecnológica. Ciencias de la Información, 47(2).

[5]. Abreu-Lee, Y., Infante-Abreu, M. B., Delgado-Fernández, T., & Delgado-Fernández, M. (2013). Modelo de vigilancia tecnológica apoyado por recomendaciones basadas en el filtrado colaborativo. Ingeniería Industrial, 34(2), 167-177.

[6]. Mesa Angulo, O. P., Gabriel, F. J., Ostos Ortiz, O. L., & Rentería, R. R. (2020). Modelo de vigilancia tecnológica e inteligencia estratégica: evaluación de nuevos programas académicos de la Universidad Santo Tomás.

[7]. Riquelme Herrera, M. P. (2018). diseño de un modelo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para la Universidad Técnica Federico Santa María.

[8]. González, K., Sánchez-Morles, J. G., & Caira-Tovar, N. M. (2013). Herramientas Informativas para la Vigilancia Tecnológica en Diseños Curriculares de Universidades Públicas (Information Tools for Technological Monitoring on State University Curriculum Design). GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, 1(2).

[9]. Cañavate, A. M., & Herrera-Barragán, M. (2019, February). Inteligencia competitiva y territorial en España: Una aproximación al modelo de las Agencias de Desarrollo Regional. In Anales de Documentación (Vol. 22, No. 1). Facultad de Comunicación y Documentación y Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.

[10]. Martínez Rivero, F., & Maynegra Díaz, E. R. (2014). Evaluación de plataformas web para su implementación en el sistema de vigilancia tecnológica de la Consultoría Biomundi. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 25(1), 99-109.

[11]. Hontza herramienta para la vigilancia tecnológica colaborativa (2021). Recuperado de: https://www.ovtt.org/hontza-herramienta-para-la-vigilancia-tecnologica-colaborativa/

[12]. Innguma Software de Inteligencia Competitiva y Vigilancia Tecnológica. Recuperado de: https://www.innguma.com/es

[13]. Miniera servicios y plataforma para la Inteligencia Competitiva y Vigilancia Tecnológica de valor añadido (2021). Recuperado de: http://www.miniera.es/plataforma-de-inteligencia-competitiva

[14]. Softvt - Herramienta de Vigilancia Tecnológica (2021). Recuperado de: https://www.softvt.com/

[15]. Vicubo Cloud (2021). Software de Inteligencia Competitiva y vigilancia electrónica. Recuperado de https://www.vicubocloud.es/es/que-ofrece

Implementación del Software libre en las instituciones educativas para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje

Norbey Romero Gonzalez
Tecnologías y herramientas innovadoras en educación
Universidad Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia
Norbey.romero@unad.edu.co

Implementación del Software libre en las instituciones educativas para apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje

Resumen - El Software libre como apoyo a las actividades docentes es una alternativa válida para ofrecer a los alumnos de los diferentes niveles educativos un ambiente propicio para la apropiación del conocimiento, además permite evitar dependencia tecnológica, reducir costos por el pago de licencias, así como formar respeto a las normas sobre derechos de autor. Se pretende contribuir en la reflexión sobre la adaptación y utilización de esta tecnología educativa en los distintos momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las diferentes tipologías de software en el ámbito educativo, que permitan al docente desarrollar ideas innovadoras, metodologías y estrategias que logren en el alumno un aprendizaje significativo, creativo y colaborativo, para ser considerados alfabetizados digitalmente en la sociedad del conocimiento al transformar su entorno y mejorar su calidad de vida.
La idea es dar una visión de cómo implementar software libre en entidades educativas que no tengan presupuesto disponible para comprar licencias de software y puedan competir tecnológicamente sin morir en el intento.

Palabras clave— Código abierto, Licencias, LMS, Plataformas web, REDA, Software, Software libre.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Lo que se usó para la implementación de estas herramientas y plataformas web de software libre, primero detectar las necesidades de los docentes y luego un PC con conexión a internet para descargar las aplicaciones.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se implementó una aplicación web para los docentes y estudiantes de la UNAD para agendamiento de citas con el tutor, se diseñó un sitio web para centralizar la información y como repositorio de OVAS, también se capacitó a los docentes en el manejo de programa para el diseño de OVAS, herramientas para la transmisión de los B-learning a través de las herramientas de video conferencia y redes sociales simultáneamente para suplir el problema de capacidad de usuarios en la sala. Se implementaron 13 Plataformas LMS a las instituciones educativas del municipio de Yumbo – Valle, se capacitó a más de 600 docentes en el uso de recursos educativos digitales y el manejo de herramientas de escritorio y aplicaciones web, todas basadas en Software libre.

A. Gráficos y tabla

DOCENTES CAPACITADOS	TEMAS VISTOS	PLATAFORMAS IMPLEMENTADAS
• 680 Docentes del Municipio de Yumbo de básica y secundaria. • 139 Docentes en Diseño de OVAS en la UNAD y manejo de herramientas para video tutoriales y video llamadas.	• Herramientas de Software libre en la educación • Diseño OVAS • Manejo de la Plataforma Moodle – Profesores y Administradores.	• 13 Plataformas de Ambiente Virtual de Aprendizaje para 13 I.E y 45 Sedes del municipio de Yumbo • Sitio web como repositorio de OVAS. • Plataforma web para agendar con tutor

III. CONCLUSIONES

Utilizar herramientas de software libre significa que es posible ejecutar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar dicho software sin restricciones. Su utilización a nivel mundial aumenta cada día y el potencial de beneficio que representa para al sector educativo y de investigación es bastante considerable. Por un lado, reduce de manera importante los costos para las instituciones académicas y por otro permite a los estudiantes fomentar su curiosidad científica fuera del aula.

El software libre es una verdadera oportunidad de apropiación tecnológica, que los países, especialmente, aquellos en vías de desarrollo, deben aprovechar para potenciar su desarrollo tecnológico y económico, convirtiéndose en un motor generador de oportunidades para el fortalecimiento de la educación ya que su modelo propone un cambio de mentalidad para que dejemos de ser tan solo usuarios consumidores de tecnología y pasemos a convertirnos en usuarios innovadores, capaces de asumir retos y de identificar problemas reales de nuestras sociedades.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios, por permitirme hacer una de las cosas que más disfruto, Compartir el conocimiento y a las personas que depositaron en mí la confianza para la implementación y capacitación de las tecnologías basadas en software libre.

REFERENCIAS

Méndez Alegría, Y., & Jiménez Orjuela, J. (2019). EL SOFTWARE LIBRE Y LA EDUCACIÓN EN COLOMBIA.

Duque, N., Tabares, V., & Uribe Hurtado, A. (2016). Software libre para apoyo a los procesos educativos.

Deep Learning y cómo direccionarlo en el proceso educativo. Diagnóstico preliminar.

Oscar Orlando Ortega Corredor
Líder Zona Centro Boyacá
Vicerrectoría de Innovación y Emprendimiento.
oscaro.orlando@unad.edu.co

Resumen - El Deep Learning es el siguiente paso después del Natural Languaje Processing, la Inteligencia artificial y el Machine Learning, todos o algunos juntos, trabajando de la mano dentro de una proyección de estructuras que sinergizan aspectos trascendentes dentro de un proceso. El Deep Learning requiere en particular y al ser aprendizaje profundo, que la estructuración de la propuesta tenga un fundamento sólido basado en datos obtenidos a través de la fiabilidad y eficiencia de los análisis desarrollados. La improvisación y las teorías particulares no tienen lugar dentro del mismo, al ser preceptos individuales. El Deep Learning busca la organización de tendencias e información a través de capas jerárquicas con el propósito de que sea el mismo proceso el que se retroalimente y busque a través de analítica de datos la actualización constante de propia arquitectura. La supercomputación y las plataformas de múltiples servicios son el corazón de esta nueva tendencia que tiene por base las redes neuronales densamente interconectadas. Se pretende hacer la identificación de plataformas educativas que manejan los docentes y hacer una serie de recomendaciones con el propósito de direccionar los procesos educativos dentro de una ruta de componentes que permitan la consolidación de un posible proceso de Deep Learning, que consolide la sinergia entre operaciones para evitar malas prácticas en implementación de software cómo la creación de múltiples plataformas, las iniciativas sin datos verídicos previos y el direccionamiento de programas y proyectos tecnológicos a partir de supuestos o hipótesis.

Palabras clave— Deep Learning, Inteligencia Artificial, Machine Learning, Natural Languaje Processing, Educación, Plataformas.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo de alcance descriptivo, transeccional y no experimental (Bisquerra et al., 2009; Hernández et al., 2010). El estudio no es experimental debido a que no se hizo ninguna alteración de variables para observar efectos sobre un fenómeno de interés y su aspecto transeccional se deriva del hecho de recolectar los datos en un momento único. Para la recolección de los datos se hizo necesario acudir al diseño del instrumento a partir de los planteamientos de Soriano (2014): 1) tener en cuenta las consideraciones teóricas y objetivos de la investigación; 2) validar el instrumento por parte del investigador y las directivas de la institución educativa, partiendo de un referente teórico avalado por una organización internacional y otra nacional y, 3) seleccionar la población o muestra para aplicación del instrumento.

La población a la que fue enfocada este estudio correspondió a todos los docentes del Colegio "Nueva Esperanza". El Colegio de Bachillerato "Nueva Esperanza" de Duitama cuyo código ICFES es 108316 y su código DANE 415238001664 se ubica en la ciudad de Duitama, en el departamento de Boyacá y está adscrito a uno de los programas de formación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y reporta a la Secretaria de Educación del Municipio de Duitama y, en consecuencia, a lineamientos emanados por el Ministerio de Educación Colombiano. Como muestra se acudió a trabajar con los docentes de primaria, secundaria y media por ciclos de la institución educativa. El motivo, el aprovechamiento del uso de las TIC en los procesos formativos y los contenidos educativos que se pueden desarrollar,

debido a la autonomía de los educandos y sus competencias en torno al uso de las TIC para la búsqueda, selección, clasificación, validación, análisis y síntesis de la información y los medios para interactuar con la misma. De los 22 docentes que conforman la muestra, 22 de ellos dieron su consentimiento informado para trabajar en el estudio, motivo por el cual se desarrolló el estudio con esas 22 personas.

Como instrumento se planteó una encuesta que fue aplicada a los 22 docentes mediante el uso de la herramienta Google Forms por correo electrónico. El motivo de la selección de esta herramienta, es el hecho de poder añadir el formulario de la encuesta en el correo electrónico, la posibilidad limitar el diligenciamiento de la encuesta a un grupo específico, el hecho de contar con los datos en una hoja de cálculo para análisis posteriores y, por último, la posibilidad de contar con un análisis descriptivo previo, gracias al uso de Google DataStudio dentro de la misma plataforma. Los resultados que se presentan en el siguiente apartado, están asociados con el diligenciamiento del instrumento por parte de los docentes de la Institución Educativa, aunque se realiza una breve descripción de la construcción del mismo. Para iniciar, resulta conveniente indicar que el estudio permitió un instrumento a partir de la adaptación del modelo guía, estructurado dentro del documento ***Competencias y Estándares TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) desde la Dimensión Pedagógica***. Documento que fue revisado y adaptado en el marco de los intereses institucionales, distribuyendo las preguntas en nueve bloques de descriptores, más una introducción sobre formación inicial y problemáticas generadas a partir de la pandemia, que buscaban abarcar la mayor cantidad de herramientas y procedimientos tecnológicos, para la elaboración de contenidos digitales y que se asocian con el quehacer docente en la institución educativa. El proceso permitió realizar una referencia cruzada entre la capacidad de diseño, implementación y evaluación de los docentes, frente a la integración, la reorientación y evolución en las herramientas que se determinaron para este estudio, por parte del líder de la zona centro Boyacá y la vicerrectoría de innovación y emprendimiento.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a vislumbrar posibles soluciones que permitan trascender hacia un proyecto de implementación de procesos de Deep Learning, que apruebe en primera instancia, la organización estructurada de bloques de procedimientos para hacer escalabilidad entre la jerarquización de información y la relevancia de los datos posibles, se identificaron algunas tecnologías que los docentes manejan para solucionar y dinamizar algunos procesos de su cotidianidad personal y laboral. Posteriormente, se relacionó la información de la tabla de niveles de aplicación y apropiación de tecnologías asociadas con Deep Learning con una escalabilidad obtenida a partir del estado del arte referenciado en la figura.

Figura 5. *Niveles de apropiación tecnológica orientados al Deep Learning. (estado del arte).*



El análisis de los datos se realizó mediante la herramienta DataStudio de Google y se graficaron mediante la herramienta MENTIMETER, que permite ingresar datos tanto cuantitativos cómo cualitativos para obtener gráficas de análisis de tendencia. Para sintetizar la información de 80 preguntas, se consultaron las herramientas dentro de los descriptores generales dispuestos en la figura 1, para obtener de manera directa 3 figuras de resultados, una por bloque de herramientas y en referencia a las tres competencias principales encontradas dentro de este estudio: 1) uso y aplicación, 2) mediación y 3) experimentación para identificar las prácticas docentes mediadas por TIC. Al indagar sobre si los docentes necesitan y están interesados en capacitaciones en las herramientas mostradas en las figuras 6, 7 y 8,

tanto en hardware cómo en software, nos concentraremos en las aplicaciones que, a los docentes les generan mayor necesidad de capacitación y las que generan mayor curiosidad y necesidad de refuerzo inmediato según lo consignado en la encuesta general. En consecuencia, nos centralizaremos en las herramientas que, dentro de su valoración, generaron gráficas con porcentajes mayores a un 60% de necesidad de capacitación dentro del primer componente y que después de la relación de datos tanto cuantitativa cómo cualitativa, se ubicaron en los cuadrantes I y IV de la figura 4, con el propósito de convocar capacitaciones para solucionar los problemas inmediatos de apropiación tecnológica.

III. CONCLUSIONES

Direccionar los procedimientos hacia tendencias cómo el Deep Learning no tiene otro propósito distinto al de tecnificarlos y automatizarlos para hacerlos prescindibles de errores propios del manejo humano. El Deep Learning se consolida cómo un proceso donde el manejo de información hace una escalabilidad jerárquica, declarada a través de niveles de relevancia y un orden sinérgico entre el uso de la información y las herramientas que proyecta el manejo de información y datos de manera eficiente.

La proyección holística y hermenéutica de los datos y de procedimientos que pueden ser considerados como importantes dentro de una proyección hacia Deep Learning, debe discurrir factores cómo los análisis de sentimientos, los análisis de tendencia y comportamiento, así como el cumplimiento de competencias en relación al rendimiento académico en cada uno de los procesos relacionados con cadenas de formación dentro de los ciclos propedéuticos. La implementación del seguimiento académico a través del relacionamiento de datos constantes, la creación de plataformas que permitan una interacción más fluida y segura dentro de entornos virtuales, y el proceso de estructuración de procesos de seguimiento continuo, hacen que la academia pueda trascender de estructuras tradicionales a procesos acordes a las necesidades globales de la actualidad. Complementado, la aplicación de tecnologías como Blockchain, permite la contratación y elección de estrategias inteligentes, garantizando los principios de seguridad en la información, avalando la consolidación de capacidades de identificación, gestión y seguimiento que permitan una estructura consolidable dentro de la arquitectura de datos, con la posibilidad de generar pagos a través de criptodivisa, incluyendo la mayor cantidad de medios aumentando la capacidad financiera y de recaudos de la institución. Adicional, la creación de portafolios de productos y servicios académicos permite también la estandarización de procesos, buscando que la tecnología se proyecte hacia una estrategia de gobierno digital a través de estrategias de cooperación GOVTECH.

El hardware se debe entender como un medio que permite a los nativos digitales de manera individual, enfocarse en procesos de inmersión digital para integrar elementos cómo microcontroladores en enfoque IoT y de Machine Learning, buscando el desarrollo de arquitecturas que permitan proyectar los procesos de gobierno digital e implementación tecnológica a una relación entre aplicación, pluralidad y equidad en procesos de conectividad. Cualquiera debe poder aprender, distintamente del medio de transmisibilidad de la información por el cual se relacione o proyecte y es preponderante el fortalecer la didáctica a través de entornos no presenciales. Debemos entonces, comenzar por integrar procesos de formación continua, desde los grados inferiores hasta los niveles de posgrado, en herramientas que están prediseñadas para impartir aprendizaje cómo los repositorios por versiones, las aplicaciones para streaming y los entornos para el desarrollo de blogs y páginas web, sea para manejarlas cómo docente, cómo aprendiz o estudiante, con el propósito de manejar material responsivo y multiplataforma.

No obstante, es recomendable mirar tendencias desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje orientados hacia gamificación que permitan ejercicios interactivos más eficientes, cómo el desarrollo de simulaciones, videojuegos, aplicaciones móviles, entornos web entre otros, sin dejar de lado el responsive design y progressive web que permitan ejercicios de

Electronic learning, Mobile Learning y Blended Learning.

Desde el nivel docente o estudiante, no se puede propender un proceso que direccione hacia el Deep Learning cuando la fundamentación básica en manejo de plataformas de lo que definimos cómo primer componente, no tiene un seguimiento continuo y analizado a través de tecnologías orientadas a BigDATA. El problema fundamental de la estructuración de procesos hacia Deep Learning radica en el desconocimiento de herramientas que puedan propender la sinergia entre tareas e información relevante, para dar propósito a la implementación de las mismas tecnologías en recolección y análisis de datos. Dentro de las instituciones se tiende a poseer datos que son desaprovechados en la medida del tiempo. Datos cómo promedios académicos, registros médicos, proyección social, potencial emprendedor e innovador, se hacen irrelevantes al no tener modelos relaciones que nos permitan buscar puntos de intersección para hacer propuestas holísticas en razón a procesos de actualización, capacitación y fundamentación digital.

Se debe también plantear una propuesta que recoja iniciativas cómo las planteadas en resoluciones nacionales para propender una actualización tecnológica en los currículos universitarios. Surgen entonces, iniciativas como de un proyecto educativo basado en la formación de competencias para la cuarta revolución industrial dispuesto en la "Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial" (CONPES, 2019). Sumado a las anteriores, también se encuentra el Plan Decenal de Educación en sus versiones 2006-2016 (MEN, 2006) y 2016-2026 (MEN, 2017). Por su parte, La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), a través de iniciativas como "la definición y selección de competencias claves" en su resumen ejecutivo de 2005, hace un breve énfasis en la adquisición de competencias en TIC para fortalecer los diferentes procesos de enseñanza aprendizaje y toma como uno de sus ejes principales la necesidad imprescindible de hacer uso de herramientas tecnológicas, que ofrezcan la posibilidad de autonomía en la interacción con grupos heterogéneos (DeSeCo, 2005 citado por Heras et al. 2015).

Cabe aclarar que no todas las tecnologías son aplicables o necesarias dentro del mismo contexto, que hay factores cómo el entorno y el volumen de datos a analizar, la capacidad de almacenamiento tanto instalada cómo en la nube, el tipo de servidores y los departamentos de desarrollo que posea la organización, que son al final quienes valoran la factibilidad del procedimiento y la herramienta de mediación, recolección o análisis.

Para terminar, la estrategia tecnológica debe ir enfocada hacia la mediación tecnopedagógica, hacia el diseño y la cocreación de entornos virtuales de aprendizaje, la creación de contenidos interactivos, la continuidad de la formación y la eficiencia, efectividad y eficacia de la aplicación de los mismos, junto con los datos que revaliden constantemente la pertinencia de las herramientas y metodologías aplicadas; todo lo anterior conforma la base que permite la confirmación experiencial en el aprendizaje a través de ambientes virtuales, que se hace fundamental en épocas cómo la actual pandemia, donde la accesibilidad a espacios virtuales ha democratizado el proceso educativo.

REFERENCIAS

- ALVÁREZ, M. (2020). IEASALC UNESCO. COVID-19 Y EDUCACIÓN SUPERIOR: DE LOS EFECTOS INMEDIATOS AL DÍA DESPUÉS. ANÁLISIS DE IMPACTOS, RESPUESTAS POLÍTICAS Y RECOMENDACIONES. 2020. *REVISTA ARGENTINA DE EDUCACIÓN SUPERIOR*, (20), 156-158.
- BISQUERRA, R., SARRIERA, J. C., & MATÍNEZ, F. (2009). INTRODUÇÃO À ESTATÍSTICA: ENFOQUE INFORMÁTICO COM O PACOTE ESTATÍSTICO SPSS. BOOKMAN EDITORA.
- BOUDE FIGUEREDO, O.R., Y CÁRDENAS TORO, M.A. (2016). CÓMO EMPODERAR A LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN BÁSICA EN LA INCORPORACIÓN DE LAS TIC. REVISTA ACADEMIA & VIRTUALIDAD, 9(2), 27-40.
- CSTA. (2017). K-12 COMPUTER SCIENCE STANDARDS. CSTA. HTTPS://DRIVE.GOOGLE.COM/FILE/D/1-

dPTAI1yK2HYPKUWZ6DqaM6aVUDa9IBY/view https://doi.org/10.18359/ravi.1862

- GROSSI, A., VIANELLO, E., SABRY, M. M., BARLAS, M., GRENOUILLET, L., COIGNUS, J. & MITRA, S. (2019). RESISTIVE RAM ENDURANCE: ARRAY-LEVEL CHARACTERIZATION AND CORRECTION TECHNIQUES TARGETING DEEP LEARNING APPLICATIONS. IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, 66(3), 1281-1288.
- Heras, V., Roa, R., y Espinosa, A. (2015). Las competencias digitales de futuros docentes y su relación con los estándares internacionales en TIC’s. Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa, 2(3), 1-17. https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/275
- ISTE -International Society For Technology In Education-. quienes promueven la solución de problemáticas, a través de herramientas y estrategias basadas en TIC (Sanchez, 2015), consideradas como referente para la aplicación de TIC en el aula en Colombia (Castañeda et al., 2018; López, 2017).
- León, M., Correa, J., Jiménez, E., y Ibañez, A. (2008). La gestión del cambio tecnológico en los centros educativos del País Vasco: El papel de los directivos escolares. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación, (31), 39-57. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36803104
- Loveland, T., Love, T., Wilkerson, T., y Simmons, P. (2020). Jackson's Mill to Chinsegut: the journey to STEL. Technology and Engineering Teacher, 79(5), 8-13.
- Miller, R. J., Goddard, R. D., Kim, M., Jacob, R., Goddard, Y., y Schroeder, P. (2016). Can professional development improve school leadership? Results from a randomized control trial assessing the impact of McREL’s balanced leadership program on principals in rural Michigan schools. Educational Administration Quarterly, 52(4), 531-566.
- Moore, T., Tank, K., Glancy, A., y Kersten, J. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. Journal of Research in Science Teaching, 52(3), 296-318. https://doi.org/10.1002/tea.21199
- Ramírez, A., Morales, A., y Olguín, P. (2015). Marcos de referencia de saberes digitales. Edmetic. Revista de Educación Mediática y TIC, 4(2), 112-136. https://www.uv.mx/personal/albramirez/files/2014/02/edmetic_saberes_digitales.pdf
- Roblizo Colmenero, M. y Cózar Gutiérrez, R. (2015). Usos y competencias en TIC en los futuros maestros de educación infantil y primaria: hacia una alfabetización tecnológica real para docentes. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación, (47), 23-39. https://www.redalyc.org/pdf/368/36841180002.pdf
- Soriano, A.M. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. Diá-logos, 14, 19-40. https://doi.org/10.5377/dialogos.v0i14.2202.
- TAJADDODIANFAR, F., STOKES, J. W., & GURURAJAN, A. (2020, MAY). TEXCEPTION: A CHARACTER/WORD-LEVEL DEEP baseLEARNING MODEL FOR PHISHING URL DETECTION. IN ICASSP 2020-2020 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING (ICASSP) (PP. 2857-2861). IEEE.
- UNESCO (2019). Marco de competencias de los docentes en materia de TIC. UNESCO.https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/marco-competencias-docentes
- Valencia-Molina, T., Serna-Collazos, A., Ochoa-Angrino, S., Caicedo-Tamayo, A. M., Montes-González, J. A., y Chávez-Vescance, J. D. (2016). Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente. Pontificia Universidad Javeriana
- WANG, J., CHEN, Y., HAO, S., PENG, X., & HU, L. (2019). DEEP LEARNING FOR SENSOR-BASED ACTIVITY RECOGNITION: A SURVEY. PATTERN RECOGNITION LETTERS, 119, 3-11.

"UNADbot" asistente virtual para atención de aspirantes y estudiantes de primera matrícula en la UNAD

James Hernán Betancourt Romo
Francisco Nicolás Javier Solarte Solarte
Ingeniería de Telecomunicaciones - Ingeniería de Sistemas
UNAD, Colombia
james.betancourt@unad.edu.co
francisco.solarte@unad.edu.co

Resumen - La migración de los procesos empresariales en la era de la transformación digital hace necesario la implementación de las tecnologías emergentes basadas en la Inteligencia Artificial IA. Una de las áreas de aplicación de la IA es la de desarrollo de asistentes virtuales para brindar información de manera rápida y oportuna 24/7 para los clientes o usuarios que lo requieran. La UNAD está orientado sus esfuerzos para implementar tecnologías de información y comunicación para brindar un buen servicio a los aspirantes y estudiantes de primera matrícula respecto a la información que requieren pero son insuficientes y tienen restricción de horarios, actualmente se han dispuesto líneas telefónicas de atención, personal de consejería y registro y control, un chat para brindar información a las preguntas de estudiantes de primera matrícula respecto a los servicios y procesos de inscripciones y matrícula. Aquí surge el proyecto de crear un asistente virtual como una alternativa viable para atender a los requerimientos de información que usualmente solicita el estudiante, teniendo en cuenta la IA, se ha implementado una base de conocimientos teniendo en cuenta las preguntas frecuentes FAQ, y se ha utilizado la tecnología de Google Cloud para su implementación, lo novedoso es que funciona con la tecnología de reconocimiento de voz. Los resultados de las pruebas demuestran que "UNADbot" funciona 24/7, es rápido y oportuno en sus respuestas, y lo más importante que las preguntas se contestan acertadamente.

Palabras clave— Asistente virtual, bot conversacional, Chatbot, Google Cloud, Inteligencia Artificial – IA, Tecnologías emergentes.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología de investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se hace la medición de las variables en estudio, el diseño es no experimental – transaccional y descriptiva puesto que se hace la observación del servicio para analizarlos, se recolectan los datos iniciales y finales que permitan la medición de las dimensiones de cada una de las variables disponibilidad, calidad del servicio y efectividad en las respuestas y se indaga sobre la incidencia y valores de cada variable.

Para la recolección de información se aplicaron las encuestas y entrevistas, ambas opciones recolectan y proporcionan datos en diferentes perspectivas. Las entrevistas se aplicaron a los consejeros, funcionarios de la oficina de registro y control, y monitores que atienden en primera instancia a los aspirantes y estudiantes de primera matrícula. La encuesta inicial sobre los servicios fue aplicada a un grupo de estudiantes de la Escuela ECBTI de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD CCAV Pasto. La entrevista fue utilizada para determinar las preguntas e inquietudes más frecuentes sobre los procesos de inscripción y matrícula que son más atendidas por los funcionarios de registro y control, los consejeros y monitores de atención.

La primera encuesta contó con la participación de 60 personas y se obtuvo los siguientes resultados a cada una de las preguntas:

Los usuarios hacen uso de varios canales de atención para sus consultas; a la pregunta ¿Cuándo tienes dudas académicas o administrativas relacionadas con la Universidad que canales de comunicación utiliza?, los resultados se muestran en la siguiente gráfica:

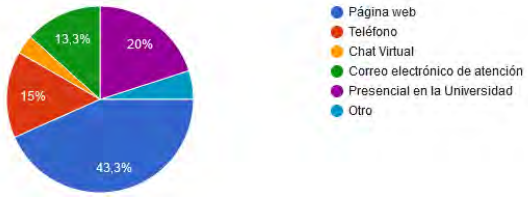


Figura 1. Uso de canales de atención

Según lo anterior uno de los canales que más se utiliza es la página web institucional con un 43%, seguido de las consultas presenciales con un 20% y vía telefónica con un 15%.

A la pregunta ¿Aproximadamente cuánto es el tiempo de respuesta cuando utiliza el correo electrónico como canal de comunicación? los resultados se muestran en la siguiente gráfica:



Figura2. Tiempo de atención con canal correo electrónico

Según lo anterior el tiempo de atención según los encuestados con el canal de correo electrónico está entre 2 a 5 días con el 53%, seguido de 1 a 2 días con el 28,3%. De igual forma al consultar por los tiempos de atención en canales de atención por página web 46,7% de las personas contestó entre 10 a 30 minutos, seguido de 26,7% que responde 1 hora. Con el canal de consulta presencial en la Universidad el tiempo aproximado es de dos horas para un 46,7% de los encuestados, seguido de 23,3% que considera más de dos horas para la finalizar la atención.

A la pregunta ¿Conoce la herramienta Asistente virtual (chatbot)?, los resultados muestran que el 55% si la conoce, de los cuales 30% lo ha usado.

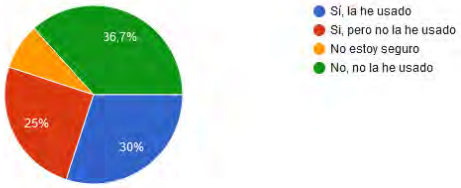


Figura 3. Conocimiento de Asistente virtual

A la pregunta ¿Qué tipo de información institucional requiere con mayor frecuencia de las oficinas de la UNAD?, los resultados se muestran en la figura 4.

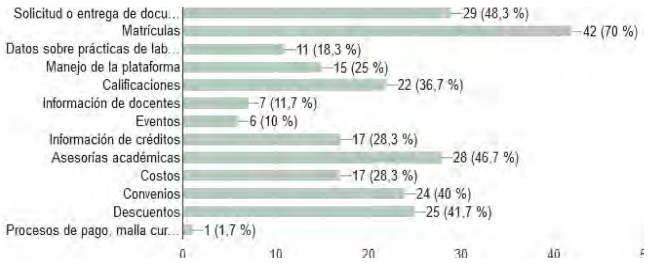


Figura 4. Frecuencia de solicitudes de información

Donde se evidencia que un 70% de los encuestados consulta sobre matriculas, seguido de solicitud y entrega de documentos con un 48,3%, asesorías académicas con un 46,7%, descuentos con 41,7% y convenios con un 40%; como las consultas más relevantes.

A la consulta ¿Si el Asistente virtual (chatbot) estuviera disponible (y funcionara eficazmente) para el servicio en línea que usted utiliza, ¿cuál de estos beneficios esperaría disfrutar? Los resultados se muestran a continuación:

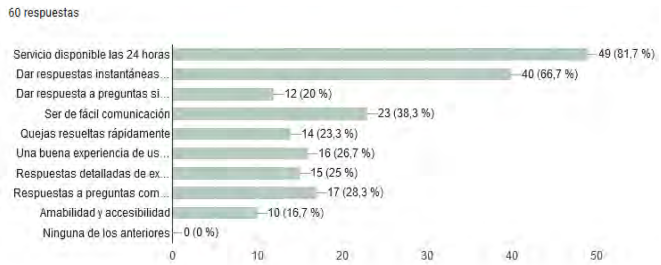


Figura 5. Beneficios del asistente virtual

Donde se evidencia que los encuestados valoran bastante que el servicio estuviera disponible las 24 horas con un 81,7%, que el asistente dé respuestas instantáneas con 66,7% y sea de fácil comunicación con un 38,3% como lo más relevante.

Ahora bien, uno de los ejemplos más claros de la aplicación de la Inteligencia Artificial IA es el departamento de atención al cliente con los asistentes virtuales denominados también chatbots. Se trata de una aplicación informática que simula la conversación con cliente. [1][8]

Para el desarrollo del asistente virtual se utiliza el ciclo de vida ágil denominado metodología XP que comprende de las siguientes etapas o fases: Planificación, Diseño, implementación y pruebas [2].

La fase de Planificación. En esta etapa se realiza una revisión bibliográfica y el diagnóstico situacional para obtener los requerimientos necesarios para la modelación del nuevo servicio teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios, esta información se obtuvo mediante la aplicación de cuestionarios y/o entrevistas y de la información institucional de las FAQ más frecuentes consultadas por los estudiantes. Posteriormente se realizó el análisis de la información recolectada para identificar los requerimientos funcionales y no funcionales del asistente virtual para brindar el servicio de asistente virtual para los estudiantes de primera matrícula.

Se realiza además el modelamiento BPMN (BPMN es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de Negocio [3]) del proceso de atención actual de consultas a aspirantes y estudiantes de primera matricula en la UNAD CCAV Pasto.

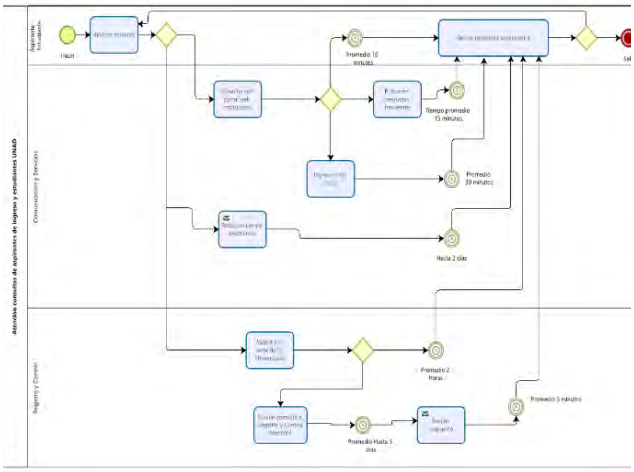


Figura 6. AS-IS Proceso de atención actual de consultas a aspirantes y estudiantes de primera matricula en la UNAD CCAV Pasto. Fuente: Autoría propia.

La fase de diseño. En esta etapa se hizo el diseño sistema mediante el método canvas importante herramienta para el diseño de un chatbot o un asistente virtual donde se identifica la propuesta de valor, usuarios, personalidad del bot, tareas conversacionales entre otros, se reúne además los contenidos para construcción de la base de conocimiento, se construye las conversaciones de preguntas y respuestas, en virtud de la información recolectada.

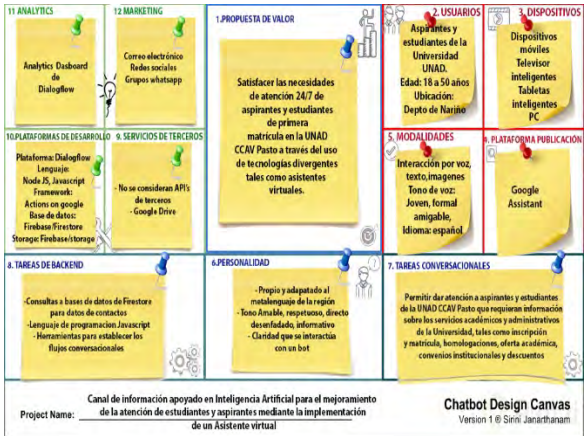


Figura 7. Lienzo Canvas del Asistente virtual. Fuente: Autoría propia

La fase de desarrollo. En esta etapa se realizó la codificación de los componentes que harán parte de la arquitectura de la plataforma, se desarrolla contenido, se edita el contenido para uso conversacional, además de identificar nuevas funcionalidades, tecnologías utilizadas, la integración con otras herramientas y funciones personalizadas, configuración del bot y desarrollo de prototipo de alta fidelidad con el canal seleccionado usando las herramientas que provee Google Cloud.

Tecnologías utilizadas:

En cuanto a las tecnologías para desarrollar este proyecto han sido agrupadas en los siguientes bloques:

1. **Sistema Operativo:** ***Android***

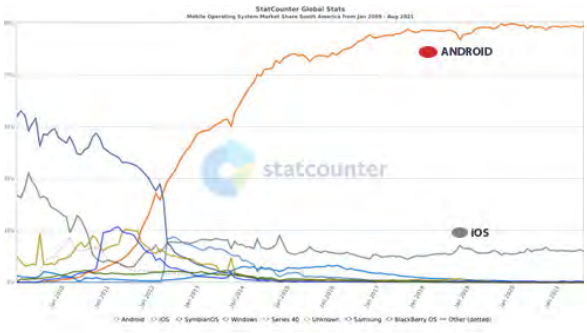


Figura 8. Sistemas operativos más presentes en smartphones en Suramérica (2009-2021) Fuente: https://es.statcounter.com

2. Google Cloud platform: Es el conjunto de servicios de computación en la nube ofrecido por Google [4][10]

2.1 Actions on Google: Es una plataforma para desarrolladores que permite desarrollar software para ampliar la funcionalidad de Google Assistant, el asistente de Google. [5]

2.2 Dialogflow: Es una plataforma con comprensión del lenguaje natural que te facilita el diseño de una interfaz de usuario de conversación y su integración a tu aplicación para dispositivos móviles, aplicaciones web, dispositivos, bots, sistemas de respuesta de voz interactiva y más.[6]



Figura 9. Integraciones disponibles en Dialogflow. Fuente https://dialogflow.com

2.3 JavaScript y NodeJs: JavaScript es un lenguaje de programación interpretado orientado a objetos asíncrono y débilmente tipado que se ejecuta en el lado del cliente (client-side). NodeJS es un entorno de ejecución de código JavaScript para la capa del servidor.

3. Backend y Base de datos: Para desarrollar este proyecto también se han utilizado diferentes funcionalidades de las ofrecidas por Firebase, la plataforma de desarrollo en la nube de Google

3.1 Authentication: Facilita la gestión de usuarios de forma simple y segura

3.2 Cloud Firestore: Es una base de datos noSQL alojada en la nube

3.4 Cloud Functions: Google Cloud Functions es un servicio de computación serverless que forma parte de Google Cloud Platform y está orientado a eventos.

4. Otros.

4.1 GitHub: La popular plataforma de alojamiento del código de proyectos en remoto que utiliza Git

4.2 Visual Studio Code: Es un editor de programación multiplataforma desarrollado por Microsoft

La fase de pruebas y evaluación. En esta etapa se hicieron las pruebas de verificación del sistema (funcionalidad y usabilidad) comenzando con un plan piloto, la revisión de historias usuario se ajusta y mejora la interacción del bot con el usuario en función de los comentarios, se realiza la evaluación de impacto del canal mediante encuestas a interesados, tabulación de resultados, reunión con stakeholders para establecer las conclusiones y recomendaciones.



Figura 10. Prueba de Invocación Asistente virtual

La prueba de invocación del asistente virtual se hace con el asistente de reconocimiento de voz de google, "ok Google hablar con ayudante UNAD"; una vez encuentra al asistente, este pregunta el nombre del usuario tal y como aparece en la siguiente figura 11:



Figura 11. Prueba de solicitud de identificación usuario

Luego de la identificación del usuario aparecen las preguntas frecuentes, donde yo puedo ingresar a las FAQ frecuentes de la universidad



Figura 12. Prueba FAQ preguntas frecuentes

La otra opción es solicitar una información específica sobre los programas que ofrece la UNAD o un programa específico o la información sobre matrículas, inscripciones o descuentos por convenios.

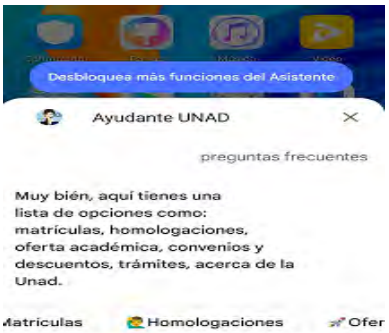


Figura 13. Prueba FAQ preguntas frecuentes

Una vez termina la atención del usuario aparece la despedida por parte del asistente virtual



Figura 14. Prueba de despedida

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de asistentes virtuales inteligentes de software es cada día más común [7]. Los asistentes virtuales se presentan como eficaces herramientas en la localización de información en las webs. La principal potencialidad es que los usuarios pueden realizarles consultas en lenguaje natural, al igual que si fueran personas humanas, para navegar y acceder al conglomerado de recursos web [9]. El asistente virtual "UNADbot" fue lanzado y publicado exitosamente como una acción de Google Assistant.

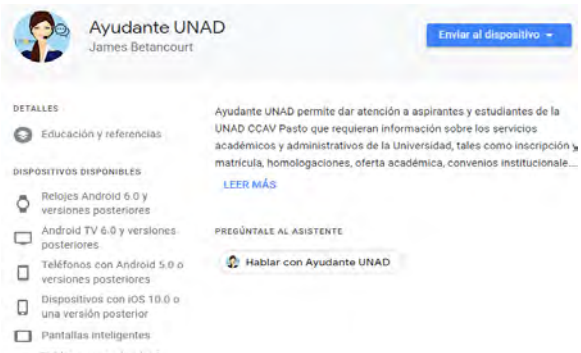


Figura 15. UNADbot "Ayudante UNAD" desplegado. Fuente: https://assistant.google.com/services/a/uid/00000008fe95a55e?hl=es

El asistente virtual está disponible en dispositivos Android V6.0 y versiones posteriores, Teléfonos con Android 5.0 o versiones posteriores, Dispositivos con iOS 10.0 o una versión posterior, Pantallas inteligentes, Tablets con Android 6.0 o posterior.

Se realiza el modelamiento BPMN del sistema de atención al aspirante en la UNAD CCAV Pasto basado en el diagnóstico inicial y tomando los tiempos promedio de respuesta que mencionan los usuarios; se resalta tiempo de respuesta.

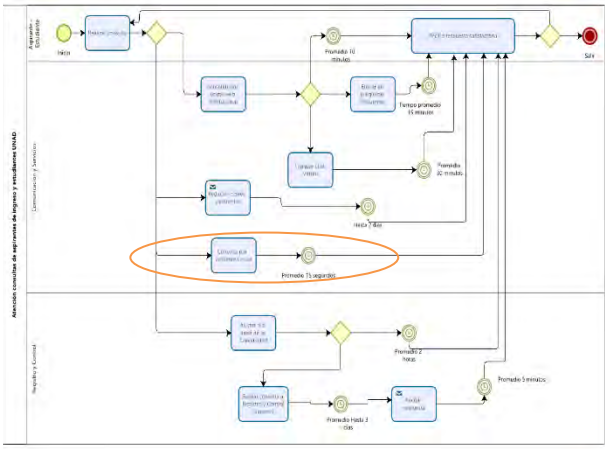


Figura 16. TO-BE Proceso de atención futuro de consultas a aspirantes y estudiantes de primera matricula en la UNAD CCAV Pasto – Fuente: Autoría propia.

Como se mencionó anteriormente, el prototipo del asistente virtual "UNADbot" desarrollado se encuentra desplegado en Google Assistant, se han realizado además las pruebas de programador y evaluación con usuarios con el fin de obtener la aprobación institucional, para luego colocarlo en servicio.

Una vez aprobado y realizadas las pruebas finales de usuario, se aplicó una encuesta final de satisfacción, para medir las dimensiones de las variables con indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad. Los resultados de la medición de niveles de satisfacción de usuarios del asistente virtual respecto a medición de las dimensiones disponibilidad, calidad del servicio y efectividad en las respuestas son las siguientes:

A la pregunta ¿Considera importante que el asistente esté disponible 24 horas y los 7 días a la semana? Los resultados se muestran aquí:

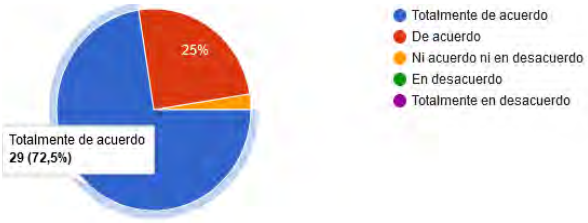


Figura 17. Opinión sobre la disponibilidad del asistente

Donde se evidencia que 97,5% opinan que es importante tener disponible el asistente todo el tiempo.

A la pregunta ¿Considera que la información brindada por el asistente virtual "UNADbot" es útil?

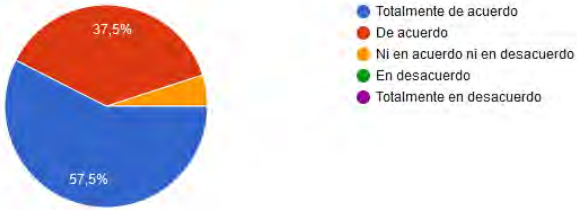


Figura 18. Calidad del servicio del asistente

El 95% consideran que la información brindada por el asistente virtual es útil.

A la pregunta ¿Considera rápida la entrega de la información del asistente virtual?

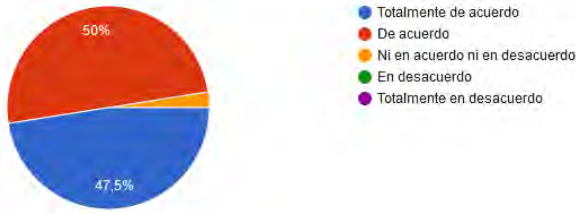


Figura 19. Efectividad del asistente

Donde se evidencia que el 97,5% considera que el asistente virtual desarrollado entrega información de forma rápida.

III. CONCLUSIONES

Del producto desarrollado se concluye que el asistente virtual para la plataforma Google assistant servirá como un nuevo canal de comunicación y mejorará el servicio de atención

al usuario de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CCAV Pasto, en tanto que se mejora la disponibilidad 24/7, rapidez, facilidad de uso.

De las herramientas de software se concluye que al trabajar con Dialogflow se puede integrar además de Google assistant a muchas plataformas populares de mensajería del mercado, lo que garantiza un plan de continuidad para la utilidad del modelo de tecnología a largo plazo.

Del asistente virtual "UNADbot" se concluye que cerca del 98% de los dispositivos móviles del mercado pueden usarlo sin necesidad de instalar la App, ya que el asistente de Google está disponible tanto para Android, como para IOS.

Se concluye además que existen muchas opciones que pueden derivarse del uso de los asistentes virtuales y adecuarse a nuevos servicios dentro de las empresas, pero esto dependerá del compromiso y la creatividad del dueño del producto, del interés en estar a la vanguardia con el uso de la tecnología que cada día está evolucionando.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a personal académico y administrativo de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD CCAV Pasto, a los estudiantes, al Grupo de Investigación DAVINCI, y al semillero de investigación de la UNAD SeInTec Tesla por su apoyo incondicional y la disposición en el proceso.

REFERENCIAS

[1] Tablado F. (2020). Inteligencia artificial: Definición, tipos y aplicaciones, from https://protecciondatos-lopd.com/empresas/inteligencia-artificial/

[2] Pérez O. (2011). Cuatro enfoques metodológicos para el desarrollo de Software, from https://core.ac.uk/download/pdf/230219821.pdf

[3] Perez H. (2015) Modelado de Procesos de Negocio con Notación BPMN, from https://rei.iteso.mx/bitstream/11117/2349/2/Modelado+de+Procesos.pdf

[4]Tivit. (2020). ¿Qué es Google Cloud? Serie de proveedores de Cloud, from https://latam.tivit.com/blog/tag/cloud-computing

[5] Google (2021). Cómo se crean las acciones del Asistente de Google, from https://developers.google.com/assistant/howassistantworks/developers?hl=es

[6] Google (2021). Dialogflow, from https://cloud.google.com/dialogflow/docs?hl=Es-419

[7] Ramos G. (2019). Modelado Formal de Diálogo para Asistentes Virtuales Inteligentes, from https://www.researchgate.net/publication/338981168_Modelado_Formal_de_Dialogo_para_Asistentes_Virtuales_Inteligentes

[8] Torres Rivera, A. D., & Alma Díaz-Torres, L. (2020). Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en los Modelos de Negocios Digitales. Recherches En Sciences de Gestión, 141, 67–88.

[9] Medina, J.; Eisman, E.; Castro, J. (2013). Asistentes virtuales 3.0. revista iberoamericana de informática educativa. from https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/98052/242-947-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[10] Saavedra, A. (2020). Oye Siri, Okey Google, Hey Alexa...: Determinantes de la intención de uso de los asistentes virtuales por voz e influencia de la privacidad percibida. UAM. Departamento de Financiación e Investigación from https://repositorio.uam.es/handle/10486/692318.

Material didáctico trasmedia para la apropiación de competencias en la gestión integral de desastres naturales en niños de primaria con inclusión de lenguajes de señas

Gloria Alejandra Rubio
Ing. De Telecomunicaciones
Carmen Emilia Rubio
Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
gloria.rubio@unad.edu.co
Carmen.rubio@unad.edu.co

Victoria Eugenia Hernández
Psicología
Andrea Yaneth González
Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
victoria.hernandez@unad.edu.co
andrea.gonzalez@unad.edu.co

Resumen -Siendo Colombia, un país favorecido por no tener las estaciones climáticas por su proximidad con el ecuador, su clima es Tropical, Sin embargo, muchos desastres naturales han afectado por muchos años. En la actualidad 385 municipios del país enfrentan la posibilidad de repetir tragedias como la presentada en Mocoa por medio de la furia de la naturaleza como les sucedió en el año 2017.

Es evidente que muchas personas no se encuentran preparadas para enfrentar los diferentes desastres naturales que se puedan presentar de improvisto, realizando una verificación bibliográfica solo se encuentran cartillas básicas acerca de cómo protegerse. Tampoco se está realizado una concientización adecuada desde edades tempranas de estos tipos de riesgos en las instituciones educativas del país. A pesar de estar en la era tecnológica y conociendo que hoy en día los niños son nativos digitales, no se encuentra un material multimedia que los atraiga a apropiarse de esta necesidad. *Por lo tanto, se busca crear un MATERIAL INTERACTIVO, con el apoyo de la CRUZ ROJA,* tipo *trasmedia,* que apoyará el aprendizaje de las diferentes categorías de desastres naturales; que se desarrollará mediante el lenguaje de actionscript en html5, con videos, juegos y animaciones de los diferentes eventos que se puedan presentar, y se buscará que el material, contenga inclusión a través de un interprete de lenguaje de señas que explique a la población con discapacidad auditiva.

Para lograr el objetivo planteado en este proyecto, se trabajará el diseño metodológico desde el enfoque mixto de tipo descriptivo
.

Palabras clave— Desastres naturales, discapacidad auditiva, interactivo, lenguaje de señas, multimedia, transmedia.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se quiere enfocar en crear una herramienta que ayude a toda la variedad de edades con el fin de cultivar una cultura general como lo es ¿Qué hacer en caso de emergencias?, ¿Cuáles son las clasificaciones de tipos de desastres naturales? ¿Cómo podemos enseñarles a los niños de primaria de manera lúdica e interactiva sobre la gestión de desastres

naturales? ¿Cómo podemos incluir a personas discapacitadas en la gestión de desastres naturales? ya que los colombianos no estamos preparados para afrontar un desastre natural.

JUSTIFICACION

Según el ultimo reporte (2018) IPCC Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, creado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la ONU medio ambiente publico el ultimo informe sobre los impactos del Calentamiento Global 1.5 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales y las vías globales relacionadas con las emisiones de gases de invernadero y la amenaza latente a nivel mundial sobre los cambios climáticos factor relevante en los desastres naturales a nivel Mundial que día a día vemos en noticias a nivel mundial.

Este tipo de informes Mundiales, pone en alerta sobre que aportes se deben hacer para evitar que el calentamiento global siga afectando y en caso de cualquier riesgo latente por los desastres naturales como actuar ante ello.

Colombia por encontrarse próximo al Ecuador su clima es de tipo tropical, por lo tanto no existe un ciclo de estaciones como en las latitudes medias, sin embargo el clima tiene varios elementos que lo afectan y hacen de el un cambio como son temperatura, precipitaciones, presión atmosférica y viento y factores naturales de acuerdo a la ubicación geográfica como son la proximidad, la altura y las corrientes marítimas.

Según el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales) en Colombia en los últimos 10 años los cambios climáticos como Temperatura, se torna en aumento.

Según la Unidad Nacional para la gestión del riesgo de desastres en Colombia en su proyecto de Inversión la asistencia técnica a las entidades Territoriales en la implementación de los componentes del sistema nacional del riesgo de desastres de acuerdo a lo establecido en la ley 1523 de 2012 en la vigencia 2017- 2018, se establece entre otros aspectos las acciones que deben realizar los departamentos como son capacitaciones, es decir un aspecto fundamental para poder actuar en caso de estos desastres naturales es tener el conocimiento, sin embargo solo las entidades como expertas en esto como son la Defensa Civil, la Cruz Roja, la secretaria de Planeación municipal, las llamadas a realizar estas capacitaciones, sin embargo hoy en día las tecnologías de la Información y la comunicación , la masiva influencia de información digital nos indica que debemos buscar nuevos mecanismos para la apropiación del conocimiento tan relevante para preservar la vida humana de toda población, máxime la actual situación de salud publica mundial como es la Pandemia, donde el medio actual para apropiar los conocimiento son las TIC, y donde a través de los Programas de Reducción del Riesgo de desastres buscan fortalecer la capacidad de respuesta de las comunidades para reducir su vulnerabilidad frente a la ocurrencia de situaciones de desastres. Buscando de esta manera disminuir el número de muertes, heridos y el impacto socio económico que pueda presentarse, aumentando la capacidad de recuperación después de una emergencia, generando un impacto social a través del mejoramiento de la seguridad y preparativos que tienden a mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

De ahí la necesidad de buscar un material interactivo para apoyar en el tema de riesgos de manera integral, creando un material interactivo trasmedia que fomente la inclusión a través del lenguaje de señas con los temas principales de la reducción de riesgo en desastres naturales explicando de manera didáctica cada uno de los mismos.

OBJETIVOS

Desarrollar e implementar de un MATERIAL DIDACTIVO INTERACTIVO TRASMEDIA para la apropiación de competencias en la gestión integral de desastres naturales en niños de primaria e inclusión de lenguaje de señas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las normas existentes a nivel internacional y nacional en la gestión integral de desastres naturales de acuerdo sus clasificaciones.
- Analizar el nivel de competencias en niños de primaria en el sector rural en la ciudad de Ibagué de alto riesgo de desastres naturales, acerca de los desastres naturales, su clasificación y acciones a realizar existentes.
- Determinar las temáticas y elementos del material interactivo trasmedia tendiendo en cuenta los resultados obtenidos en la población objetivo de niños de primaria en sector rural y de riesgos.
- Diseñar los elementos del material interactivo trasmedia, de acuerdo a las temáticas seleccionadas, y teniendo en cuenta los lineamientos dados por la editorial de la UNAD.
- Implementar el material interactivo a través del desarrollo de un libro, de acuerdo a las temáticas establecidas a través del uso de la trasmedia.

IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR

Al realizar una revisión de las políticas Nacionales con respecto a la gestión de desastres se estableció que desde el año 2011 al 2017 se han generado diferentes normas en torno a los planes de gestión de riesgo naturales, tanto para entidades públicas como privadas, que esta temática abarca toda la población sin importar edad, raza, región, genero, así como que a nivel regional se deben establecer lineamientos que apoyen a la población, y dentro de estas normatividades se tienen:



Figura No.1 Normatividades de Gestión de Riesgos de Desastres naturales En Colombia

PROCEDIMIENTO

Para la realización de la pertinencia del material didáctico, se construyó unos instrumentos para expertos temáticos en la Temática de Desastres naturales y su función de apoyo a la población para lo cual se definieron aspectos como:

- Temáticas dependiendo del tipo de desastre Natural existente en las zonas de riesgo de la población objetivo, para lo cual se realizaron instrumentos para la población beneficiada y los actores que de una u otra forma interviene en esta problemática de orden nacional y mundial.
- Los Niveles de apropiación de conocimientos de acuerdo al tipo de desastres (antes, durante y después)
- Elementos TIC para la apropiación de los conocimientos en la temática de desastres naturales.

DISEÑO

Dentro del diseño se establece que para la realización del material interactivo, se deben tener en cuenta aspectos como:

- Aspectos propios de las temáticas en cuanto a cuáles son las temáticas de desastres naturales que conocen los niños

de primaria, como se reconocen los métodos de prevención, mitigación y preparación de alertas.

- Identificación de los riesgos de desastres naturales alrededor de las zonas de riesgo en el entorno alrededor de las I.E. donde estudian los niños de primaria en la población Objetivo.

- Disponibilidad a nivel nacional o regional de material multimedia de buena calidad y bajo consumo o de uso Off-line, en caso de no disponer servicio de Internet para el uso de un material en esta temática dirigida a la población objetivo.

- Verificación de la pertinencia del producto a desarrollar que presenta innovación en los sectores de entidades publicas encargadas de realizar este respectivo proceso de prevención y mitigación de desastres naturales como son la cruz roja, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, Unidad de Operaciones especiales en emergencias y desastres PONALSAR de la Policía Nacional entre otras entidades.

- Desde lo tecnológico verificar las herramientas de mayor uso por parte de los niños de primaria para visualizar material académico interactivo, que permita que se pueda difundir el producto de este proyecto.

- Conocimiento acerca de si conocen y existen en el mercado el uso de aplicaciones como software, App móvil, videojuegos que permitan el aprendizaje en la prevención de Desastres naturales.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los resultados relavantes en este proyecto se tienen avances muy relvantes e importantes a destacar como son:



Figura 2. Temáticas de desastres naturales que conocen los niños acorde a la zona de riesgo donde se ubican.

En la figura No.2 de acuerdo a las preguntas realizadas a los niños en I.E. de zona rurales, se denota un alto grado de reconocimiento de los tipos de desastres en los que conviven los niños en los alrededores donde se encuentras ubicados sus I.E. y acorde a los tipos y niveles de riesgos de desastres naturales en los que se encuentra que los de mayor riestos son: Temblores, Erupciones volvanicas, tormentas electricas,deslizamientos, se resalta que las preguntas formuladas a los niños, debian ser de un lenguaje menos tecnico, para la compresión de la tematica solicitada.

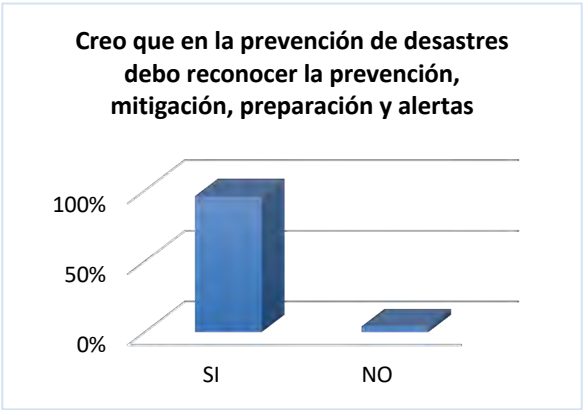


Figura 3. Respuesta a la pregunta creo que en la prevencón de desastre debo reconocer la prevención, mitigación, preparación y alertas.

En la figura No.3 el 96% de los niños encuestados, reconocen que es importante tener

un aprendizaje sobre lo que se debe hacer antes, durante y despues de un desastre natural, es importante reconocer la prevención, mitigacion, preparación y alertas sobre desastres naturales; en el que se pueda presentar en el sector donde diariamiente viven en las zonas rurales de riesgo, y de acuerdo a preguntas adicionales en cuanto a sentimientos (triste, enojado, asustado, alegre) se denoto que los niños reaccionan con sentmientos negativos, que hace que se concienticen de que deben aprender a reaccionar de forma asertiva y postiva ante alguna adversidad de desastre natural.

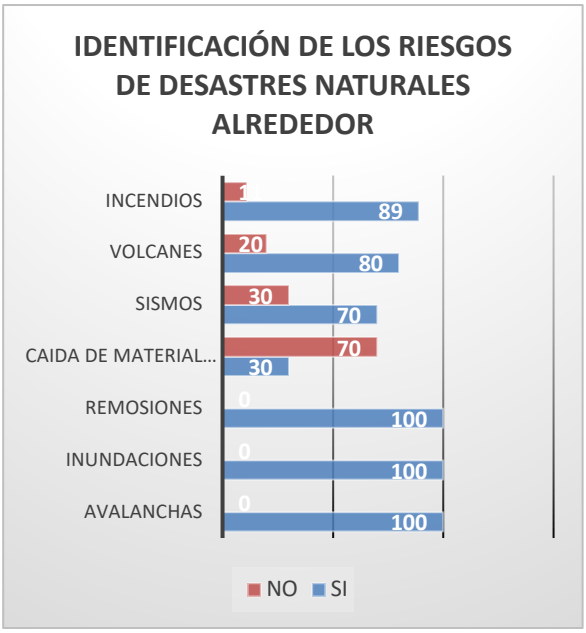


Figura 4. Identificación de los riesgos de Desastres naturales alrededor.

En la figura No.4 se reconoce con un 100% lo desastres naturales como avalachas, inundaciones, remosiones que son los que por sus condiciones fisicas de los sectores donde viven han tenido en alguna oportunidad que reconocerlas, al igual que en otros tipos de desastrea naturales, si bien se sabe, que existen riesgos naturales como son las caida de material Volcanico, no lo han vivenciado para poder tener mayor apropiación y compresón de lo que sucede en su entorno, en ese tipo de desastre natural.

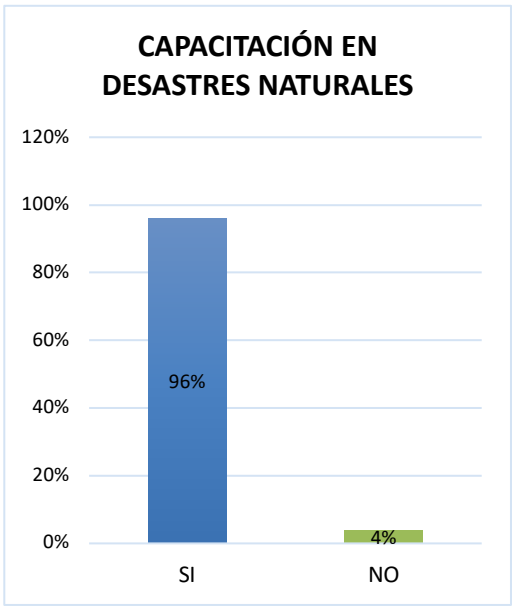


Figura 5. Capacitación en desastres Naturales.

En la figura No.5 si bien los niños en sus clases han recibido conocimientos de desastres naturales, ellos consideran que sin embargo entidades territoriales o nacionales no han tomado en cuenta esta población de los niños de primaria cercanos a zonas de riesgo, como un actor relevante en el proceso de capacitaciones y apopiaciones en caso de presentarse antes, durante y despues de un desastre natural con un 96% que no ha recibido una capacitacion o presentado alguna metodologia tecnologica que permita apropiar a los niños de primaria sobre su participación y aportes en este tipo de desastres naturales que son exitentes en su entorno regular como son su hogares y/o I.E. a las que pertenecen.

Tabla 1. Entidades de orden Nacional encargadas de realizar procesos de capacitación y mitigación a la población Colombiana en desastres naturales

ENTIDADES	Disponen de material interactivo en la prevención de desastres naturales dirigido a niños de primaria
Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres	NO
Unidad de operaciones especiales en emergencias y desastres Policía Nacional	NO
Cruz Roja	NO
Defensa Civil	NO

En la Tabla No.1 de identifica las entidades en las cuales se realizó investigación sobre si tenia dentro de sus procesos y/o procedimientos material interactivo dirigido a niños de primaria en la prevención de desastres naturales,los cuales su respuesta oficial en todas las entidades que en las caracteristicas mencionadas el 100% No disponen de un material en las condiciones previstas de este proyecto.

III. CONCLUSIONES

La estrategia pedagógica del uso de la tecnología a través de un Material Interactivo, para abortar un tema de gran impacto no solo local, sino que impactaría regional, nacional o internacionalmente, puesto de acuerdo a los resultados de investigación se pudo determinar que no existe un producto en esta categoría para esta población especifica, que las entidades encargadas de aportar a la población en este proceso de aprendizaje, no ha tenido en cuenta la población de niños de primaria en zona rurales de riesgo como actores principales para apoyar el proceso de mitigación en caso de presentarse un desastre natural en su sector o zona.

Los resultados estadísticos a la población a beneficiar en este proyecto, demuestran que es necesario a través de expertos temáticos en el área de desastres naturales, generar las temáticas en las áreas de mayor riesgo como son: remociones, inundaciones, avalanchas en cada una de sus fases antes, durante y después de estos tipos de riesgos, enseñando de forma interactiva, en un lenguaje sencillo y de comprensión rápida, como los niños pueden actuar en caso de presentarse estos sucesos naturales.

REFERENCIAS

[1] Alcaldía de Ibagué (2017). Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019. Ibagué- Tolima: Alcaldía de Ibagué, p.44. Recuperado en 15 de junio de 2017, de http://www.ibague.gov.co/portal/admin/archivos/publicaciones/2016/14068-PLA-20161104.pdf [2] Centro Regional de Productividad y Desarrollo Tecnológico del Tolima CPT (2017). Plan Estratégico de ciencia, tecnología e innovación del Tolima PECTIT 2020. Ibagué: Gobernación del Tolima, p.114. Recuperado en 10 de junio de 2017 de http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/pedcti-tolima.pdf.

[3] MInisterio de las TIC (2016). Boletin Trimestral de las TIC. Cifras 2 trimestre de 2016. Bogota D.C.: MINTIC, p.44. Recuperado en 13 de junio de 2017, de http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-19163_archivo_pdf.pdf

[4] Aburto Godoy, R. Percepción del uso de TIC en las prácticas pedagógicas de los profesores de Educación Especial. En: Educare. julio-diciembre, 2011. Heredia, Costa Rica. Vol. 15, no. 1, p. 163-184. https://www.mysciencework.com/publication/show/1c5475caa11dd75f0319c8afac96d239

[5] Amor Pérez, M, Hernando-Gómez, Á., & Aguaded-Gómez, I. (2011). La integración de las TIC en los centros educativos: percepciones de los coordinadores y directores. Estudios pedagógicos (Valdivia), 37(2), 197-211. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052011000200012

[6] Mena. (2007). Las tecnologías de información y comunicación en el seguimiento y evaluación de los desastres naturales: Estudio de un caso: La plataforma informática de la red UTEEDA para la gestión de la información sobre desastres. ACIMED, 16(1) Recuperado en 30 de marzo de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000700004&lng=es&tlng=es.

[7] Céspedes. (2007). Los desastres, la información y el Centro Latinoamericano de Medicina de Desastres. ACIMED, 16(2) Recuperado en 30 de marzo de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000800006&lng=es&tlng=es.

[7] Juca, García, & Burgo. (2017). LOS JUEGOS SERIOS Y SU INFLUENCIA EN EL USO RESPONSABLE DE ENERGÍA Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE. Revista Universidad y Sociedad, 9(1), 129-136. Recuperado en 30 de marzo de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100018&lng=es&tlng=es.

[8] González, Kalenatic, Rueda, López Bello1. (2012). "Potencial uso de la logística focalizada en sistemas logísticos de atención de desastres. Un análisis conceptual". Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia N.° 62 pp. 44-54. Marzo, 2012. http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n62/n62a05.pdf .

[9] Beltrán, Y.; Martínez, Y.; Torrado, O. (2015) Creación de una comunidad de aprendizaje: una experiencia de educación inclusiva en Colombia. Revista Encuentros,

Universidad Autónoma del Caribe, 13 (2), pp. 57-72 DOI: http://dx.doi.org/10.15665/re.v13i2.498

[10] Méndiz A., Pindado J., Ruíz J., & Pulido J. M., (2003) Videojuegos y educación: Una revisión crítica de la investigación y la reflexión sobre la materia. Ministerio de Educación y Ciencia de España. En http://ares.cnice.mec.es/informes/02/documentos/indice.htm

[11] Mitchell, A., & Savill-Smith, C. (2005). The use of computer and video games for learning. A review of the literature. London. Learning and Skills Development Agency.

[12] Montero, E., Ruiz, M. & Díaz, B. (2010). Aprendiendo con videojuegos. Jugar es pensar dos veces. Madrid: Narcea.

Implementación del MOOC de Física Experimental ES del WP@e-lab aplicado en estudiantes de grado décimo

Walter Loren García Cruz
Liceo Integrado Fray Francisco Chacón
waltergarciacruz14@gmail.com

Freddy Alexander Torres Payoma
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
freddy.torres@unad.edu.co

Resumen – En la búsqueda de alternativas en ambientes experimentales de ciencias básicas, en caso particular, aplicados a la física, muchas instituciones de educación básica y media en Colombia no cuentan con la infraestructura requerida o los recursos económicos y tecnológicos para la creación de laboratorios en ciencias que suplan las necesidades actuales de enseñanza-aprendizaje. Ante la emergencia sanitaria a nivel mundial del Covid-19 y la necesidad de no abandonar los espacios de interacción académica, las IE optaron por la modalidad virtual y a distancia para el desarrollo de las mallas curriculares y contenidos programáticos abordados en cada una de las áreas del saber. Es por ello, una estrategia de aproximar al estudiante al aula experimental desde modelos educativos virtuales y a distancia, los laboratorios remotos basados en simulación e interacción humano maquina se convirtieron en una herramienta fundamental para los procesos de aprendizaje en el aula. El objetivo de la presente investigación es presentar los resultados obtenidos después de la aplicación del ambiente MOOC del IST del Técnico de Lisboa del curso Física Experimental ES mediante el uso del laboratorio remoto World Pendulum Alliance WP@e-Lab lo cual fue posible mediante la integración de la institución educativa Liceo integrado Liceo Integrado Fray Francisco Chacón del municipio de Sopó al Centro de Diseminación en Ciencias ReEx-UNAD con el objeto de mejorar la experiencia en el aula, proyecto financiado por Eramus+ de la unión europea.

Palabras clave— MOOC, World Pendulum Alliance, laboratorio remoto, ReEx

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describe el proceso del curso MOOC de Física Experimental ES del IST – Portugal [1], el cual está orientado bajo los siguientes contextos:

- *Contexto geográfico de la población:* El Liceo Integrado Liceo Integrado Fray Francisco Chacón es una institución de educación primaria, básica y media, ubicada en el municipio de Sopó, Cundinamarca. La institución cuenta con los recursos tecnológicos necesarios para la implementación para el curso.

- *Contexto de articulación:* El conocimiento o divulgación del MOOC de Física Experimental ES por parte del IST – Técnico de Lisboa se da a conocer y es parte de los procesos bajo la declaración de intenciones de colaboración para la puesta en marcha de la red de investigadores en laboratorios y experimentos remotos: ReEx Science Dissemination Center de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD [2], la cual fue conocida a través del 1er Workshop en Ciencias Básicas propuesto por la ECBTI y el semillero de investigación MathPhysics el día 26 del mes de abril de 2021.

- *Contexto experimental:* El curso MOOC está basado en el proyecto financiado por la Unión Europea bajo el programa de ERASMUS+ del World Pendulum Alliance, donde participan

alrededor de ocho (8) universidades ubicadas en diferentes lugares geográficos [3].

Para el desarrollo óptimo de la actividad y bajo la orientación de los investigadores del ReEx – SDC UNAD en la implementación de la ReEx-School que hacen parte 4 instituciones avaladas por sus diferentes directivas y reconocidas en la universidad, se da la orientación para un excelente desarrollo del curso MOOC [1, 3] indicando los materiales físicos y los recursos computacionales:

- *Materiales didácticos:* Regla, cuerda de más de un metro preferiblemente, una esfera de un radio $r > 25$ mm y sea de un material que no sea afectado por la resistencia del aire a pequeñas oscilaciones.
- *Requisitos del Software Remoto Virtual:* Para este caso, cada estudiante deberá validar el procedimiento de descarga que se encuentra en ReEx SDC los cuales son tres softwares, el primero, JAVA Runtime instalado en el equipo, VLC como reproductor de video y el entorno e-Lab para la ejecución del laboratorio remoto WP@e-Lab [1-3].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se realiza un estudio pedagógico sobre la propuesta de aplicación del laboratorio remoto del World Pendulum Alliance WP@e-Lab a través del MOOC experimental para incorporarlo dentro de la malla curricular del curso de física de grado décimo en el Liceo Integrado Fray Francisco Chacón para el año 2022.

▪ Estudio de la muestra

El modelo determinado por el estudio de la muestra está definido en [4] donde se describe a través de fases interrogativas de carácter descriptivo.

Fase I: Estudio pre-poblacional: En esta fase previa de la integración pedagógica del curso MOOC, donde se identificará la población final de la población objetivo que son los estudiantes de grado décimo. Se diseñaron y plantearon las siguientes encuestas de medición:

i) *Interés de participación*: El interés es una de las características más importantes y relevantes para el desarrollo del niño en la experimentación en ciencias [5], es por ello que, se indaga primeramente sobre el interés de desarrollar una práctica elemental remota. Se plantea el objetivo de llevar la práctica a una muestra poblacional total de 26 estudiantes, debido a que su aplicación depende del interés de los estudiantes y su voluntad en participar en el curso MOOC del IST [1], para ello, se pregunta a los estudiantes el interés de realizar la actividad académica adicional, teniendo en cuenta que recibirán un certificado de participación y aprobación del curso de Física Experimental ES y que será complemento en su hoja de vida, los resultados están descritos en la Figura 1. De la población total, el 39% estaba interesado y un 23% no lo está. Ante la implementación del modelo pedagógico, el porcentaje de incertidumbre del 38% es superior al negativo, en evidencia, este resultado dio el hincapié de continuar con la exploración pedagógica.

ii) *Motivación:* El indicador motivacional generalmente es despreciado, cuando existe una relación entre el impacto del desarrollo de trabajos voluntarios [6, 7], por otra parte, la importancia de que los niños y niñas de puedan generar espacios que amplifican la idea del mundo real, a través del desarrollo de nuevas ideas [8], resulta importante su aproximación a la experimentación directa y palpable, pues, el experimento es una herramienta fundamental para la enseñanza y aprendizaje de la física [9-12]. Con el fin de evaluar la motivación en los estudiantes, se proponen cuatro (4) opciones de pregunta sobre las posibles razones por las cuales se encuentran interesados en desarrollar la práctica. En un principio, el 100% de la población desconoce lo que es un ambiente de aprendizaje orientado a través de un MOOC, este indicador no fue valido para la implementación, así que previa realización se determinó desarrollar una actividad de acopio a la estructura del curso. Los investigadores del ReEx SDC proponen una estructura de preguntas que están ligadas a los cuatro (4) enfoques más

relevantes frente a la propuesta de desarrollo del curso experimental, las cuales son:



Figura 1: Consulta poblacional sobre la aplicación del MOOC de Física Experimental ES e incluirlo en la malla curricular del curso de física.

- ✓ *Certificado de aprobación*: Basados en el criterio de tener un reconocimiento físico del aprendizaje obtenido.
- ✓ *Aprendizaje en física experimental:* Planteada bajo el argumento conceptual que se postula para el proceso de aprendizaje mediante la metodología e-Learning.
- ✓ *Experiencia profesional y/o investigativa:* Este ítem se plantea como objetivo de ampliación de los conocimientos en los estudiantes como experiencia formativa en diferentes disciplinas apoyando la apropiación social del conocimiento.
- ✓ *Ninguna:* Bajo la directriz de no estar de acuerdo con los tres puntos adicionales.

Cabe resaltar que se postuló la opción de *Otros motivos,* sin embargo, los estudiantes no usaron este indicador, así que se omite de los resultados definitivos. En la Figura 2 se presentan los datos finales de la encuesta:

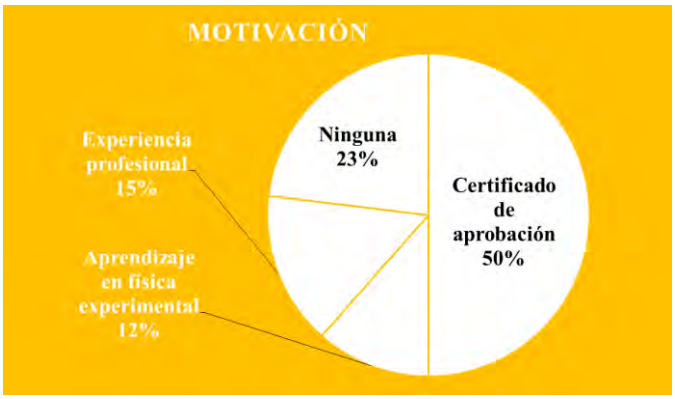


Figura 2: Encuesta sobre la motivación de hacer cursos externos.

La Figura 2 plantea que el mayor indicativo de la propuesta está relacionado en un 50% a la obtención del certificado de aprobación del curso MOOC, seguida por el 23% Ninguna, este porcentaje es igual a la cantidad de estudiantes que no están interesados en desarrollar el MOOC, seguido de un 15% por experiencia profesional y el más bajo, con un 12% se encuentra el aprendizaje en Física Experimental.

Seguido a los resultados, en *Fase II* se discuten los temas de matrículas.

Fase II: Proceso de matriculas libres al MOOC del IST – Instituto de Lisboa.

Después de los resultados estadísticos, se realizó un nuevo sondeo sobre los estudiantes que se matricularon en el curso y comparativa con los estudiantes potencialmente posibles para el ingreso al MOOC, los resultados se evidencian en la Figura 3 [2]:



Figura 3: Matriculas al MOOC, expectativa versus realidad.

Se evidencia que, de una muestra objetivo de 26 estudiantes, se esperaba tener un valor cercano a los 20 estudiantes sumando los porcentajes de Si y Tal vez de la Figura 2 con respecto a seis (6) que respondieron No. En la realidad resulta que, el 50% de los estudiantes esperados se matricularon, de ello, resulta que los estudiantes no matriculados ascendieran a 16.

Fase III: Estudio pos-poblacional (Resultados finales)

Después de la etapa intermedia y bajo la orientación didáctica del grupo ReEx-SDC en acompañamiento sincrónico de las actividades del curso MOOC a través de encuentros CIPAS asignados por los investigadores, se resalta que de los diez (10) estudiantes participantes, el 70% obtiene certificado de aprobación versus un 30% de deserción.

Estos resultados para una muestra de 26 estudiantes en la institución educativa plantea una discusión particular sobre la importancia de la aplicación de los espacios experimentales remotos en los cursos de Física a toda la población general, pues, a pesar de la motivación de los estudiantes en participa, pero que argumentaron actividades adicionales que les involucra tiempo (cursos externos, preuniversitarios, servicio social, trabajo en casa, entre otras) no les permite tomar un espacio de aprendizaje adecuado, sin embargo, este problema directo se puede mitigar si se incluye dentro del plan de estudios del curso de Física del Liceo cuyos resultados de aprendizaje serán óptimos.

El nivel de satisfacción está evaluado en una escala del 1 al 5, donde 5 es el máximo nivel cuya información se consigna en la Tabla 1:

	Indicador	**Puntaje Total**
1	El curso MOOC es fácil e intuitivo	4
2	El curso MOOC cuenta con un espacio guiado y entendible	5
3	El aprendizaje experimental fue adquirido	3
4	Los resultados de las evaluaciones y laboratorios entregables fueron guiados.	5
5	Recomendaría el curso MOOC a sus compañeros	4
PROMEDIO DEL CURSO		4.2

Los datos registrados en la Tabla 1 corresponden al 100% de la población inscrita matriculada en el curso MOOC. El indicador de 4.2/5.0 es un óptimo para que sea aprobado ante la coordinación y comité académicos del Liceo Integrado Fray Francisco Chacón.

- **Descripción de las actividades del MOOC**

Para la realización de la *actividad* experimental con los estudiantes de grado décimo 10°, se propone el desarrollo de la Unidad didáctica, péndulo físico y el WPA@e-Lab como herramienta de aprendizaje experimental virtual. En la primera aproximación al fenómeno de la gravedad se hizo necesario realizar una capacitación a los estudiantes 7 integrantes por parte de los líderes del ReEx-SDC con el fin de fortalecer y apropiar conceptos asociados a este fenómeno. El curso se dividió en 4 momentos, en cada uno se abordaron conceptos asociados a las medidas de incertidumbre, al análisis energético, conservación de la energía y procesamiento de información experimental (e-Lab en diferentes partes del mundo y péndulo casero). En la enseñanza al fenómeno de la gravedad se realizó una guía didáctica con el fin de orientar el aprendizaje de los estudiantes de grado décimo con la colaboración de los estudiantes que realizaron el curso de las universidades e instituciones externas nacionales e internacionales con el objeto de fortalecer el uso del laboratorio remoto WP@e-Lab y el análisis de datos en la actividad experimental e incentivar el análisis y que hacer científico de diferentes en partes del mundo desde el hogar.

En este primer acercamiento, los estudiantes resaltaron la importancia de la precisión, tecnología y exploración con el uso de laboratorios remotos; despertando interés para la

investigación, análisis y diseño de nuevas herramientas. De igual manera al tener una herramienta experimental les permitió realizar la comparación de la gravedad en diferentes partes del mundo, por ejemplo, en los péndulos de Lisboa, Valparaíso y UNAD-Bogotá quedando sorprendidos respecto al cambio de ciertas variables según la posición astronómica [1-4].

La práctica complementaria a la experiencia remota consistió en la construcción de un péndulo casero cada uno de los estudiantes inscritos, con el objeto de entender la experiencia remota desde casa, en este sentido, los estudiantes lograron adquirir herramientas conceptuales definidas en el marco de la experiencia en ciencias.

Se invita al estudiante para la toma de datos y obtención de resultados el péndulo se suspenda verticalmente y se realicen 3 marcas cada una en una separación de 5 cm de amplitud del sistema (Figura 4).

Para determinar el tiempo de reacción e incertidumbre en la medición se utiliza el mismo instrumento de medida para la toma de la muestra.

La experiencia en casa se realiza a través del cálculo de la media aritmética de las oscilaciones del péndulo bajo los siguientes criterios:

- Andar el cronometro hasta un tiempo ideal t_i= 5s
- Para el cronometro inmediatamente cuando el tiempo del reloj marque 5 s
- Restar el tiempo de pause t_p entre el tiempo de la t_i y anotar los valores en la tabla 5, donde $tr = |t_p - t_i|$
- Tomar diez muestras diferentes del tiempo de reacción tr y calcular la desviación estándar.

Los estudiantes determinarán la gravedad despejando de la ecuación de oscilación del péndulo [1 – 4][13],



Figura 4. Amplitud del péndulo a 5 y 10 cm

$$\boldsymbol{T = 2\pi^2\sqrt{\frac{l}{g}}}, \quad (1)$$

Con T el periodo, l la longitud de la cuerda más el radio de la esfera, y g la constante graviacional. Uno de los objetivos es determinar las incertidumbres en las mediciones asociadas a la variación de la amplitud y longitud del péndulo.

$$u = \sqrt[2]{\frac{\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}}, \quad (2)$$

- **Variación longitud del péndulo Vs Periodo.**

Para el caso de la variación de las longitudes y su relación con el periodo, se eleva al cuadrado y se divide entre $4\pi^2$, presentando de manera gráfica la aceleración de la gravedad en Bogotá-UNAD, Colombia.

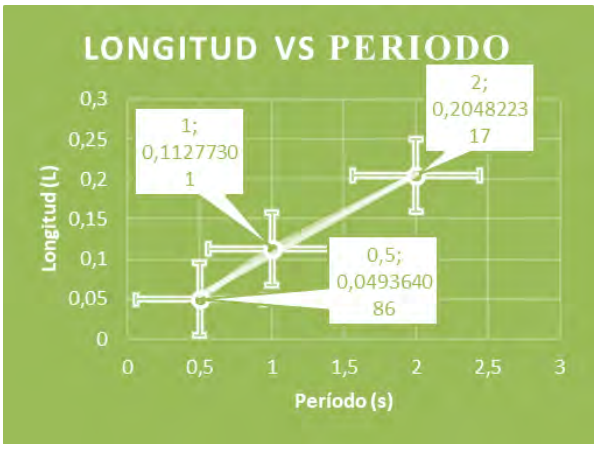


Figura 5: Estadística de las mediciones de la longitud versus el período para los tres diferentes ejemplos de péndulo. La pendiente obtenida se divide entre 1 obteniendo un valor cercano a g=9.79 m/s^2

- **Interacción docente-estudiante con el ambiente WPA@e-LAB**

Basado en la ruta pedagógica, una de las metas en el aula de clase fue la correcta instalación del World Pendulum Alliance, la primera fase consistió en descargar el applet y programa Java para hacer funcionar la aplicación. Una vez instalada se procede a iniciar la app con un usuario [1-3].

Algunas dificultades observadas en la práctica:

- Necesidad de descargar una aplicación que solo se ejecuta en sistemas operativos tipo DOS (Windows).
- Dependencia de Java y VLC para su configuración.
- Servidores remotos desactualizados.

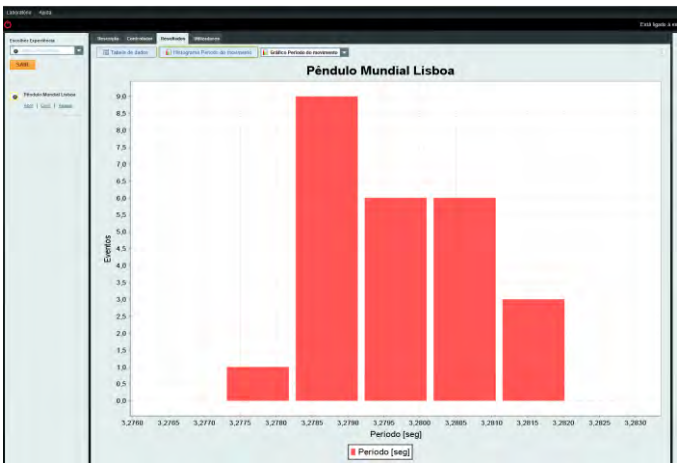


Figura 6: Histograma resultado de experimentación ejemplo.

Finalmente, de los desarrollos de las práctica con el WPA@e-Lab se propone en esta investigación visualizar los histogramas para el análisis estadístico a través de la función de Gauss aplicado en cursos de estadística escolar.

III. CONCLUSIONES

En el abordaje de nuevas alternativas de educación abierta y a distancia, la posibilidad de integrar los laboratorios remotos en prácticas escolares complementa los conceptos guiados y observados a lo largo de la implementación dentro de las mallas curriculares de las IE de básica y media. Adicional, brindan un espacio de acercamiento conceptual sobre las diferentes alternativas para el acceso a laboratorios de alto nivel, pues, es evidente que en una diversa gama varias IE no pueden acceder a ellos debido a sus condiciones económicas, espacio o inexperiencia por parte de la planta docente para desarrollarlos.

En la actividad experimental el uso de herramientas tecnológicas permite aproximar la construcción y cuantización de magnitudes fundamentales y derivadas con una margen de error muy bajo. La cuantización de la aceleración de la gravedad por medio de la conservación de la energía y las ondas mecánicas tienen un margen de error alto al momento de realizar la experiencia.

Finalmente, el uso de laboratorios remotos invita al estudiante a interactuar en diferentes partes del mundo, investigar y reflexionar alrededor del fenómeno de la gravedad, haciendo

que el aprendizaje orientado por medio de una unidad didáctica hace del aprendizaje significativo.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a los líderes del Centro de Diseminación en Ciencias de la UNAD ReEx-SDC por el apoyo, a Erasmus+ por financiar proyectos de sostenimiento educativo, creando educación sin fronteras y, finalmente, al Liceo Integrado Fray Francisco Chacón y a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD por la integración y alianza para el fomento de la interacción de espacios académicos de alto nivel adecuados al aula regular y de difícil acceso a tecnología.

REFERENCIAS

[1] IST - Técnico de Lisboa. (2021). World Pendulum - wwwelab. World Pedulum. http://www.elab.tecnico.ulisboa.pt/wiki/index.php?title=World_Pendulum

[2] Torres-Payoma, F. A., & Neira, L. D. (2021). Energia: World Pendulum. ReEx-MathPhysics. https://www.reexunad.com/energia-world-pendulum

[3] Escobar, M., Fernandes, H., Allard, O., & Erazo, Y. (s.f.). Pendulum as an Educational Remote Experiment. 2019 5th Experiment@ International Conference (exp.at'19), (pp. 388-393). Madeira, Portugal. https://ieeexplore.ieee.org/document/8876473

[4] Grasso, L. (2006). Encuestas. Elementos para su diseño y análisis. Córdoba: Encuentro Grupo Editor, 27-56.

[5] del Valle, M. D. C. F. (1991). Desarrollo del niño y experimentación en ciencias (Doctoral dissertation, Universitat de València).

[6] Camacho Miñano, M. D. M., & Campo, C. D. (2015). Impacto de la motivación intrínseca en el rendimiento académico a través de trabajos voluntarios: Un análisis empírico. Revista Complutense de Educación, 26(1), 67-80.

[7] Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. Estudios pedagógicos (Valdivia), 42(ESPECIAL), 117-135.

[8] Salguero, M. J. C. (2011). Ciencia en educación infantil: La importancia de un" rincón de observación y experimentación" o" de los experimentos" en nuestras aulas. Pedagogía magna, (10), 58-63.

[9] Acevedo Pérez, I. (2002). Aspectos éticos en la investigación científica. Ciencia y enfermería, 8(1), 15-18.

[10] Kofman, H. (2000). La Unidad Experimento: Simulación en la Enseñanza Informatizada de la Física. IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, (17), 2.

[11] Brito, K. Y. U. (2009). Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las ciencias (Bogotá, Colombia), 4(1), 35-40.

[12] Marulanda, J. I., & Gómez, L. A. (2006). Experimentos en el aula de clase para la enseñanza de la física. Revista colombiana de Física, 38(2), 699-702.

[13] García Cruz, W. L. (2016). Diseño y construcción de un prototipo para el estudio de la caída de los cuerpos: Medición de la aceleración de la. Universidad Pedagógica Nacional. Obtenido de http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/2057

DISEÑO DE UNA POLÍTICA DE USO Y APROPIACIÓN DE LAS TIC PARA FORTALECER LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN EL AULA DE CLASE.

"Caso de Estudio: Instituciones Educativas Oficiales de los municipios no certificados de la Sabana Occidente del Departamento de Cundinamarca."

Jorge Alberto Matulevich Peláez
Ingeniero de Sistemas con énfasis en software.
Magister en Gestión de las Tecnologías de la Información
Especialista en Gerencia de Proyectos.
jorgematulevich@gmail.com

Pedro Alberto Arias Quintero
Ingeniero de Sistemas
Magister en Redes y Sistemas de Comunicaciones
Especialista en Telecomunicaciones
pedro.ariasq@ucc.edu.co

Alfredo Huguett Albino
Licenciado en Educación
Magister en E-Learning
Magister en Creación y Producción Multimedia
ahuguetth@gmail.com

Resumen - Las TIC juegan actualmente un rol determinante dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje al interior de las aulas de clase; sin embargo, su uso y apropiación por parte de los docentes no son lo suficientemente dinámicas para que permitan la transformación e innovación en los procesos de formación de los estudiantes. La inaplicabilidad de las TIC, afecta de manera directa la calidad educativa del país, puesto que los procesos educativos se ven cercenados, limitando la producción de conocimiento en los docentes y estudiantes por la falta de utilización de las nuevas tecnologías informáticas.

Para efectos del desarrollo de la investigación se tomó como población objetivo los directivos docentes, docentes y discentes de las Instituciones Educativas Oficiales de los municipios no certificados de la Sabana Occidente del Departamento de Cundinamarca, con el fin de diseñar una política de uso y apropiación de las TIC, buscando mejorar el desarrollo pedagógico tanto en los docentes como formadores y en los estudiantes como aprendices.

Los resultados del estudio fueron obtenidos a partir de entrevistas y cuestionarios, identificando como principales causas principales de la no apropiación y uso de las TIC en el aula de clase, la falta de dotación de equipos informáticos, la ausencia de procesos de formación docente y la conectividad a Internet y su uso responsable. Los datos fueron analizados de forma holística por medio de un software de analítica de datos para la inteligencia de negocios, presentando de una forma ágil y entendible los resultados de la investigación.

Palabras clave—
BI: Business Intelligence
IED: Institución Educativa Departamental.
KPI: Key Performance Indicator
PEI: Proyectos Educativos Institucionales.
TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la metodología, se partió del ejercicio de identificar cuáles son las causas principales de la no apropiación y uso de las TIC por parte de los docentes y estudiantes en sus procesos pedagógicos de enseñanza-aprendizaje en el aula de clase y para la obtención de dichas causas, se realizaron entrevistas y cuestionarios autodiligenciados a los docentes, directivos docentes y discentes de las IED de los municipios no certificados en educación de la Sabana Occidente del Departamento de Cundinamarca ubicadas en los municipios de Bojacá, El Rosal, Madrid, Subachoque y Zipacón, que permitieron

medir el grado de usabilidad de las TIC y las competencias relacionadas con la innovación educativa en CTeI.

Igualmente, se realizó un diagnóstico del estado actual de la infraestructura TIC de las instituciones objeto de estudio; este diagnóstico, se efectuó por medio de entrevistas estructuradas que permitieron conocer el inventario tecnológico que poseen y su estado actual las IED. Una vez se identificaron las causas del no uso y apropiación y el estado actual de la infraestructura tecnológica, se desarrolló un documento que contiene las diferentes estrategias que forman parte de una política de utilización e incorporación de las TIC como facilitadora del aprendizaje y la apropiación de conocimiento, donde se fomente el uso responsable, adecuado sano y seguro de las nuevas tecnologías y que despierte en los jóvenes cundinamarqueses la capacidad de análisis, creatividad, razonamiento lógico y pensamiento crítico; robusteciendo las competencias básicas, por medio de la alfabetización digital, el aprendizaje significativo, colaborativo o autónomo.

Por otro lado, se definieron planes de formación y capacitación a los docentes para que generen metodologías y estrategias pedagógicas, con el objeto de cambiar la forma tradicional de impartir conocimiento a sus educandos, por medio de la innovación educativa que guie las propuestas formativas y fomente la investigación y la conformación de semilleros de investigación, gestionando contenidos digitales para la producción de e-learning o aprendizaje en línea, redes de conocimiento o comunidades prácticas; reconociendo las limitaciones y bondades de la usabilidad de este tipo de tecnologías para su propio desarrollo personal y profesional y la formación integral de los estudiantes.

El estudio se enmarcó en la línea de investigación aplicada y se desarrolló a partir de los hallazgos y fuentes investigación básica que se han desarrollado en la materia de estudio. Así mismo, el tipo de investigación utilizó el método cuanti-cualitativo, teniendo en cuenta que se demostraron las razones de fondo del por qué no se apropian las TIC en el aula de clase; se analizaron los datos de manera científico-numérica y basado en el campo de la estadística se obtuvieron resultados descriptivos tanto particulares como generales.

A partir de las técnicas de recolección de datos, los instrumentos de medición y las estrategias de análisis e interpretación de la información obtenida durante el estudio, se realizó un análisis de datos (data analytics) por medio del Software Microsoft Power BI versión desktop, que es una plataforma unificada y escalable para la inteligencia de negocios (BI), que permitió de manera rápida la obtención de resultados para la toma de decisiones a partir de informes personalizados y con KPI orientados a la finalidad de la investigación y los sectores sociales intervinientes.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se indicó en el desarrollo de la investigación las instituciones educativas oficiales de los municipios no certificados en educación de la sabana occidente focalizadas, corresponden a las ubicadas en los municipios de Bojacá, El Rosal, Madrid, Subachoque y Zipacón.

A partir de esta focalización se logró determinar que la muestra está enmarcada para 5 municipios, que cuentan con 11 instituciones educativas departamentales, de las cuales 6 se encuentran en zona urbana y 5 en zona rural. Ahora bien, socio demográficamente las 11 Instituciones Educativas Departamentales de los municipios no certificados cuentan con un total de 65 Sedes y con una población estudiantil que asciende a los 21.138 estudiantes, según el Sistema de Matrícula Estudiantil de Educación Básica y Media [SIMAT] del Ministerio de Educación Nacional [2], con una población de género masculino que corresponde a 10.878 individuos equivalentes al 51,46% y 10.260 de género femenino equivalentes al 48,54%. Así mismo, según la información suministrada por la Dirección de Personal Docente de la Secretaría de Educación de Cundinamarca [3], estas IED poseen un total de 762 docentes, de los cuales 33 están orientados al área de las Tecnologías de la Información y las comunicaciones que equivalen al 4,33% de la planta docente.



Figura 1. Focalización de las IED caso de estudio.

Aunque se poseen grandes cantidades de equipos de cómputo y dispositivos móviles en las IED de los municipios no certificados en educación de la sabana occidente del Departamento de Cundinamarca, su estado no funcional asciende a al 14,44% del total de equipos. De este primer análisis y como se aprecia en la figura 2, se puede determinar que hay que realizar un proceso mancomunado entre las IED y la Secretaría de Educación Departamental, para revisar los procesos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, al igual que los procesos de retoma de equipos, obsolescencia tecnológica y disposición final de RAEE.



Figura 2. Infraestructura TIC.

En el mismo contexto, a pesar de que todas las instituciones educativas oficiales focalizadas poseen conexión a internet, el 72,72% de los rectores, el 67,42% de los docentes y el 77,84% de los estudiantes afirman que la calidad de la conexión a internet es pésima o regular en las instituciones educativas; esto es comprensible, cuando se analiza el ancho de banda que poseen las IED, debido a que la mayoría de las IED encuestadas, afirman que su ancho de banda no supera los 200 Mbps como se puede ver en la figura 3. Ante esta problemática desde el año 2017 y según actualización realizada en el año 2020, el Ministerio de Educación Nacional adelanta el programa conexión total [4], que busca fortalecer las competencias de los estudiantes en el uso de las TIC, garantizando la prestación del servicio de conectividad de las IED de carácter oficial con la mayor calidad posible.

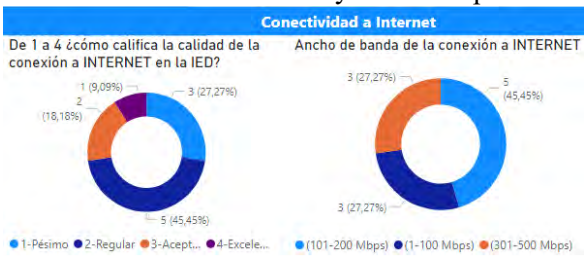


Figura 3. Conectividad a Internet de las IED focalizadas.

El índice de niños por computador según lo manifestado por los docentes y estudiantes se encuentra para las IED focalizadas en su mayoría entre 2 y 3 niños por equipo de cómputo; comparándolo con el índice de niños por computador en el Departamento de Cundinamarca y según la información suministrada por el Ministerio de Educación Nacional se encuentra con un promedio de 6 niños por equipo de cómputo, con lo cual se demuestra que las instituciones educativas de esta región poseen un indicador favorable por debajo de la media [4].

Según la información suministrada por los rectores de las IED, la frecuencia de uso de las aulas de sistemas, los laboratorios especializados y las aulas virtuales por parte de los docentes de las diferentes áreas del conocimiento, en su gran mayoría se ubican entre el 10% y 30%. Ahora bien, según los datos aportados por los docentes relacionados con la frecuencia de uso de los equipos de cómputo con estudiantes, sólo el 27,27% manifiestan que frecuentemente, el uso de tabletas o dispositivos móviles con estudiantes tan sólo el 4,55% expresan algún tipo de frecuencia y el 3,79% aducen utilizar algún elemento especializado; con lo cual se ratifica que los docentes no han cambiado el paradigma de la educación tradicional por una educación apoyada en las herramientas tecnológicas propias del siglo XXI, desestimulando el pensamiento crítico comparado, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje exploratorio e investigativo por parte de los docentes y estudiantes.

Lo anterior, debe conllevar a generar una cultura de enseñanza innovadora por parte de los maestros, por medio de la transformación de las metodologías clásicas de enseñanza por metodologías nuevas y emergentes a través del aprovechamiento de las nuevas TI, efectuando un

ejercicio de catarsis para dejar de lado la educación habitual de papel y tablero por una educación modernista basada en las TIC que exploten al máximo las bondades de este tipo de herramientas en beneficio de la apropiación de conocimiento, donde para el maestro y los estudiantes representen nuevos retos y modelos educativos dinámicos al interior del aula de clase para la resolución de problemáticas y toma de decisiones aplicables a la sociedad actual.

Adicionalmente, el 28,49% de los docentes expresan no tener ninguna formación en Tecnologías de la información y las comunicaciones, el 43,94% aseguraron que no han recibido ningún tipo de formación o alguna actividad de actualización específica en el uso de las TIC en los últimos 2 años. Varios docentes opinaron que los apoyos que consideran estratégicos recibir para el uso de las TIC son la falta de equipos de cómputo con el 38,64% y la ausencia de procesos de formación y capacitación con un 44,7% son las cifras más relevantes.

Una cifra que presenta gran preocupación, es cuándo se les preguntó a los estudiantes si pertenecían a un grupo de investigación en la IED a lo cual respondieron en un 94,32% que no y resulta aún más catastrófico cuándo se les interrogó si pertenecían a un grupo de investigación del programa Ondas del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación antes Colciencias, a lo cual contestaron el 98,30% en forma negativa. Esta cifra no es ajena a la realidad, pues según los indicadores de ciencia, tecnología e innovación del Ministerio de Ciencias, en el Departamento de Cundinamarca solamente se cuenta con el 2,5% de jóvenes investigadores del total nacional [5];

Por último, el Departamento de Cundinamarca cuenta actualmente con el Fondo para la Educación Superior "Transformando Vidas" [6], el cual garantiza el acceso y la permanencia a la educación superior de los jóvenes cundinamarqueses. Desde la convocatoria realizada en el primer semestre de 2019 y hasta el primer semestre de 2021 se han beneficiado a 51 jóvenes egresados de las instituciones educativas de los municipios no certificados en educación de la Sabana Occidente del Departamento (Bojacá, El Rosal, Madrid, Subachoque y Zipacón) con programas en el nivel de pregrado en diferentes Instituciones de Educación Superior, de los cuales el 47,06% escogieron programas en el área del conocimiento de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Lo preocupante de la cifra, es que solamente 2 jóvenes equivalentes al 3,92% del total de beneficiarios de esta zona, escogieron el programa de ingeniería de sistemas, con lo cual se confirma la ausencia tan notoria en el país de este tipo de profesionales, según un estudio publicado por la Sociedad Colombiana de Ingeniería y realizado por la Fundación Universitaria Salesiana, en Colombia existe un déficit de 80 mil ingenieros informáticos y que de cada 10 estudiantes de pregrado sólo 3 estudian algún tipo de ingeniería y de estos sólo 1 posee habilidades y competencias relacionadas con las nuevas tecnologías [7].

La política de uso y apropiación de las TIC se diseñó, con el propósito de fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje al interior de las aulas de clase, a partir de criterios de calidad e innovación que forma parte integral de los proyectos educativos institucionales PEI. La política será aplicable a todos los colaboradores y stakeholders de las IED y estará centrada básicamente en tres pilares fundamentales, los cuales son:

1. Adquisición y dotación de equipos informáticos junto con los procesos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, al igual que los procesos de retoma de equipos, obsolescencia tecnológica y disposición final de RAEE.
2. Planes de formación y capacitación en la incorporación de las TIC, para fortalecer las competencias pedagógicas innovadoras de los docentes de las Instituciones Educativas.
3. Conectividad a Internet y uso responsable de las TIC a través de hábitos seguros tanto en los estudiantes, docentes y directivos docentes.

III. CONCLUSIONES

Dentro de las principales causas de la no apropiación y uso de las TIC por parte de los docentes y estudiantes de las instituciones educativas de los municipios no certificados en educación de la sabana occidente del Departamento de Cundinamarca, a partir de los resultados de la investigación se logró determinar que aunque las IED cuentan con equipos de cómputo, muchos de estos no se encuentran en estado funcional por la ausencia de programas de

mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y retoma de equipos por obsolescencia tecnológica; sumado a esto la frecuencia de uso de las TIC por parte de los docentes y estudiantes para el desarrollo pedagógico su gran mayoría se ubica entre 1 y 4 días al mes, lo que desvela de una forma preocupante que los docentes prefieren la clase magistral por encima de las herramientas tecnológicas como mediadoras del aprendizaje constructivo hacia sus estudiantes. De otro lado, casi la mitad de los docentes de las IED manifestaron que en los últimos dos años no han realizado programas de formación y capacitación en el uso de las TIC para la enseñanza, confirmando que aunque existe una política de formación docente por parte de la Secretaría de Educación de Cundinamarca, está no produce lo resultados esperados, por lo cual se debe evaluar su desempeño para determinar si es necesario realizar una reestructuración de la política, con el objetivo de generar una conciencia digital en los docentes que es necesaria para desarrollar competencias acordes al siglo XXI y a la cuarta revolución industrial, con un enfoque hacia el uso pedagógico de las TIC para la construcción de paz y equidad a través del cierre de brechas digitales de una forma crítica, participativa, pertinente y adecuada.

Uno de los grandes obstáculos que dificulta la apropiación de las TIC es sin duda alguna la conectividad a internet por parte de la instituciones educativas, pues según lo manifestado por la mayoría de los directivos docentes, docentes y estudiantes las conexiones son pésimas o regulares, con lo cual se confirma que éste no es solo un problema de la Sabana Occidente del Departamento de Cundinamarca sino de todo el país, en este mismo contexto se deben realizar grandes esfuerzos desde el nivel municipal, departamental y nacional para mejorar la infraestructura de conectividad a internet, tarea que no es tan fácil debido a la falta de recursos económicos, las condiciones topográficas de muchas de las regiones del Departamento en especial las zonas rurales y teniendo en cuenta las condiciones de salud pública actuales, debido a que por cuestiones de la pandemia de la COVID-19 se ha tenido que recurrir a medios tecnológicos virtuales, lo que supone consumo de recursos de ancho de banda que desnudan las grandes deficiencias de conectividad que afronta Cundinamarca, el país y los territorios en general.

AGRADECIMIENTO

Gracias a la Gobernación de Cundinamarca y en especial a la Dirección de Educación Superior, Ciencia y Tecnología y la Dirección de Medios y Nuevas Tecnologías de la Secretaría de Educación de Cundinamarca, porque compartieron valiosos insumos y la ayuda necesaria para producir una investigación y resultados de calidad. Agradecimiento especial al Comité de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Bucaramanga, por todo el apoyo brindado para el desarrollo del caso de estudio e infinitas gracias a Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, por socializar esta importante investigación en tan magno evento como lo es EXPOTECH 2021 para el crecimiento de la innovación tecnológica, la competitividad y la productividad del País.

REFERENCIAS

[1] Ministerio de Educación Nacional, «Sistema de Matrícula Estudiantil de Educación Básica y Media [SIMAT],» 16 marzo 2021. [En línea]. https://www.sistemamatriculas.gov.co/simat/app.

[2] Secretaría de Educación de Cundinamarca - Dirección de Personal Docente, «Docentes y Directivos Docentes de las IED,» Bogotá, 2021.

[3] Ministerio de Educación Nacional, «Programa Conexión Total,» 13 febrero 2017. [En línea]. https://www.mineducacion.gov.co/portal/micrositios-institucionales/Conexion-Total/Programa-Conexion-Total/321608:Programa-Conexion-Total.

[4] Ministerio de Educación Nacional, «Número de estudiantes promedio por computador,» 20 mayo 2020. [En línea].https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-354999.html?_noredirect=1.

[5] Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, «La Ciencia en Cifras - Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación Ficha Departamental Cundinamarca,» 2019. [En línea]. https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/ficha-departamental-indicadores-ctei.

[6] Fondo para la Educación Superior del Departamento de Cundinamarca "Transformando Vidas", «Estadística Fondo "Transformando Vidas",» Bogotá, 2021.

[7] Sociedad Colombiana de Ingeniería - Fundación Universitaria Salesiana, «En Colombia faltan 80.000 ingenieros informáticos.,» 17 diciembre 2020. [En línea]. https://sci.org.co/en-colombia-faltan-80-000-ingenieros-informaticos/.

COLOQUIO POSGRADUAL

Evaluación de la Alcalasa estabilizada en soportes silíceos por el proceso sol-gel, para la obtención de péptidos antioxidantes en tilapia de pescado.

Karen Julieth Colmenares Florez
Leidy Johanna Gomez Sanpedro
Maestría en biotecnología de alimentos
Universidad nacional abierta y a distancia UNAD, Colombia
kjcolmenaresf@unadvirtual.edu.co
leidyj.gomez@unad.edu.co

Sindy Johana Escobar Luján
Programa
Universidad nacional abierta y a distancia
UNAD, Colombia
Sindy.escobar@unad.edu.co

Resumen - El interés de usar las enzimas a nivel industrial se ha incrementado en los últimos años, debido a su alta selectividad y especificidad, con el objetivo de obtener productos con alto valor agregado. Entre las diversas aplicaciones dadas a las enzimas, se encuentra el uso de proteasas para la obtención de péptidos bioactivos, entre ellos péptidos antioxidantes. Debido a la tendencia actual a utilizar productos naturales antioxidantes cuya actividad se lleve a cabo no sólo en los alimentos envasados, sino también una vez que el alimento ha sido ingerido, los péptidos antioxidantes han tenido un enorme apogeo y son incluso componentes fundamentales de muchos productos o ingredientes comercializados como alimentos funcionales. Sin embargo, durante el uso de las enzimas en aplicaciones industriales su funcionalidad se ve afectada por condiciones como temperatura, pH y presencia de solventes orgánicos; adicionalmente son catalizadores difíciles de recuperar para ser reutilizados. Con el fin de superar estas desventajas para su uso a nivel industrial se plantea el proceso de inmovilización, el cual permite obtener catalizadores estables frente a condiciones de reacción. Siendo el proceso sol-gel una metodología de inmovilización de bajo costo que permite la estabilización de enzimas. En el caso particular de la Alcalasa, esta enzima se ha utilizado en procesos de hidrolisis de proteínas para obtención de péptidos con diferentes aplicaciones. No obstante, su uso de manera soluble genera costos elevados en el proceso y la pérdida de la enzima una vez es usada. Teniendo en cuenta lo anterior, en el presente trabajo se propone la evaluación de la estabilización de la Alcalasa en soportes silíceos a través del proceso sol-gel para la obtención de un catalizador activo y estable frente a las condiciones de reacción y adicionalmente reusable en varios ciclos en la reacción de hidrólisis de proteínas de vísceras de tilapia roja con el fin de obtener péptidos antioxidantes.

Palabras clave— Alcalasa, estabilización enzimática, Hidrolisis, Péptidos antioxidantes y tilapia de pescado.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Inmovilización de la enzima

La preparación de los biocatalizadores se realizará usando las mejores condiciones de inmovilización. Se disolverá 1 g de tetraetil ortosilicato (TEOS) en 2 ml de HCl (aproximadamente pH 3,5). Esta solución se mezclará en una proporción vol. 1: 1 con una solución enzimática tamponada (tampón fosfato pH 7 25 mM hasta pH final 5,5), que contendrán diferentes concentraciones de enzima Alcalasa (0,2-0,6 mg / ml) y 1×10^{-3} M Triton X-100. Después de eso, se añadirá polietilenimina (PEI) a una concentración final de 0,2 a 4,7% v / v. El solde sílice que se obtenga se mantendrá bajo agitación orbital (250 rpm) a 25 ° C durante 30 min. La gelificación se llevará a cabo en recipientes sellados, durante 24 ha 50 °
C. Finalmente, los biocatalizadores heterogéneos que se obtendrán en este proceso se enjuagarán a fondo (tres veces) con solución tampón fosfato 25 mM (pH 7) para eliminar moléculas fisisorbidas de enzimas y PEI. Las muestras se almacenarán a 4 ° C (Escobar et al., 2018).

Actividad catalítica de la Alcalasa 2.4L

Se determinará mediante un análisis estándar usando caseína como sustrato, según la metodología descrita por Cheung et. al(2012). En este análisis, una unidad de actividad es representada por una producción de color equivalente a 1 µmol de tirosina pormin a pH 7,5 y 37°C. Para esto, una alícuota de 100 µL de enzima se incubará con 500 µLde solución de caseína 0,65 %, durante 10 mina 37°C. La reacción se detendrá adicionando 500 µl de solución de ácido tricloro acético yla mezcla se centrifugará, para tomar 200 µL del sobrenadante y mezclarlos con 500 µL de Na_2CO_3 0,5 M y 100 µL del reactivo de Folin- Ciocalteu.

Esta última solución se incubará a 37°C por 30 min y la absorbancia se leerá en un espectrofotómetro a 660 nm. Como patrón se emplea una curva estándar de solución de Tirosina entre 0-200 mg/L.

Acondicionamiento de las VTR

Las vísceras de tilapia roja (VTR) (*Orechromis sp.)* se obtendrán en cadena de frío de la Piscícola el Gaitero (Antioquia), tomando muestras de lotes de producción diferentes. Las vísceras serán homogenizadas en un procesador de alimentos (Quick'n Easy, Black&Decker, USA), calentadas a 90 °C por 20 minutos para inactivar las enzimas endógenas y favorecer la separación de la grasa. Las VTR libres de grasa serán almacenadas a -20 °C hasta el momento de la hidrólisis.
Para identificar la conveniencia de usar las VTR completas o las proteínas aisladas, se realizó un proceso de extracción usando Isopropanol según el protocolo descrito por Galla et al. (2012).

Proceso de hidrólisis enzimática de VTR

La hidrólisis se realizará con Alcalasa 2,4 L libre e inmovilizada, en un reactor de 500 mL, con control de pH y temperatura por medio de un electrodo de vidrio combinado conectado a un titulador automático. Se trabajará bajo condiciones de operación previamente optimizadas: concentración de sustrato de 8 g de proteína / L, relación enzima / sustrato de 0,306 (U / g de proteína), 60 ° C, pH 10 y agitación constante de 960 rpm (Gómez et al., 2020).

Grado de hidrólisis

La reacción de hidrólisis se controlará a través del grado de hidrólisis (GH), expresada como la relación entre el número de enlaces peptídicos hidrolizados (h) y el número de enlaces peptídicos totales en la proteína nativa, por unidad de peso (ht).
La DH se calculará con la ecuación (1), utilizando el método pH-stat
(Forghani *et al*., 2012).

$$DH\ (\%) = \frac{B\ NB}{MP\ \alpha\ ht} \times 100 \qquad (1)$$

Donde B es el volumen que será consumido de la base en L, MP es la masa de la proteína en kg, NB es la concentración de la base y α es el grado de disociación de los grupos amino liberados durante la reacción.
Se empleará una ht de 8.2 Eq / Kg que fue calculado previamente por el método OPA (Gomez et al., 2019), mientras que α y pK se calcularán con las ecuaciones. (2) y (3), respectivamente (Forghani *et al*., 2012).

$$a = \frac{10^{pH\#p\$}}{(1 + 10^{pH\#p\$})} \qquad (2)$$

$$pK = 7{,}8 + \frac{(298 - T)}{298 * T} * 2400 \qquad (3)$$

Actividad antioxidante de los hidrolizados

La actividad antioxidante se medirá mediante dos métodos in vitro, uno basado en reacciones de transferencia de electrones (FRAP - Poder antioxidante reductor férrico) y otro que puede involucrar cualquiera de los dos mecanismos (ABTS). Método ABT: Se realizará siguiendo el método descrito por Gómez et al. (2019), con algunas modificaciones. El radical ABTS+ será generado mediante una reacción química del persulfato de potasio (2,45 mM) con el ABTS (7mM). Posteriormente 100 µL de la muestra diluida en buffer pH 7,4 o estándar Trolox, se mezclarán con 1 mL de la solución ABTS+ (diluida en buffer fosfato 5mM pH 7,4) y se incubarán en la oscuridad por 60 min. Después de este tiempo se leerá la absorbancia a 732 nm. Soluciones acuosas de Trolox entre 0 y 300 M se utilizarán para la calibración y los resultados serán expresados como µmolET/g.
FRAP: Se llevará a cabo con la metodología descrita por Gómez et al. (2019), con algunas modificaciones. 900 µL del reactivo FRAP (TPTZ, FeCl y buffer de acetato de sodio) recién preparado y calentado a 37 ºC, se mezclarán con 90 µL de agua destilada y 30 µL de la muestra diluida en buffer o estándar Trolox, y se incubarán en la oscuridad a 37 °C por 60 min. Después de este tiempo se leerá la absorbancia a 595 nm. Soluciones acuosas de Trolox entre 0 y 500 M se utilizarán para la calibración y los resultados se expresan como micromoles de equivalentes Trolox por gramo de proteína (µmolET/g).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El trabajo mencionado se enmarca en el trabajo de investigación para optar a la maestría en Biotecnología alimentaria de la UNAD. Actualmente el trabajo se encuentra en la etapa de búsqueda de información y planteamiento de la propuesta por lo que no se tiene un alto avance en la parte experimental.

No obstante, se han realizado algunos ensayos preliminares, con el fin de conocer las características de la reacción de la Alcalasa 2.4L libre sobre las proteínas de VTR y tener como comparar posteriormente con la enzima inmovilizada. Se realizaron diferentes ensayos de hidrólisis variando las condiciones de reacción.

Inicialmente se evaluó la conveniencia de hacer extracción de las proteínas para trabajar directamente con la proteína. Sin embargo, como se puede ver en la Fig. 1 se alcanzó un mayor GH usando las vísceras completas, previamente homogeneizadas y diluidas. Este resultado puede deberse a que el procedimiento llevado a cabo para la extracción de las proteínas, mediante

solventes orgánicos, puede desnaturalizar la proteína e impide el correcto desempeño de la enzima, como ha sido previamente descrito por otros autores (Galla et al., 2012).

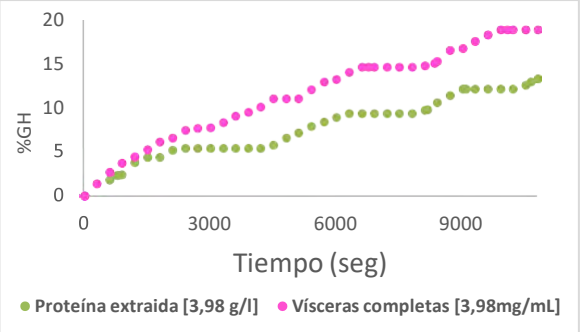


Figura 1. Hidrólisis enzimática de VTR con Alcalasa 2.4L con/sin extracción de proteínas.

En este sentido el proceso de hidrólisis se realiza con las VTR completas bajo las condiciones óptimas de operación, previamente en otras investigaciones (Gómez et al., 2020). En la fig. 2 se muestra la cinética de hidrólisis obtenida para la reacción VTR- Alcalasa 2.4L con la enzima libre, usando 8 g de proteína/L, relación enzima sustrato de 0,306 U g de proteína, 60 ° C y pH 10.

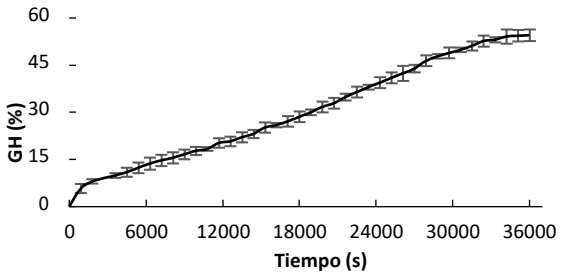


Figura 2. Curva del GH en función del tiempo para la hidrolisis de VTR con Alcalasa 2.4 L libre.

La inmovilización de la enzima, y la hidrólisis con la enzima inmovilizada se plantea hacerla para el segundo periodo del 2021, así como la evaluación los péptidos antioxidantes que se pudieran generar en el proceso de hidrólisis.

Con el desarrollo del proyecto, se espera lograr un método adecuado para la inmovilización de la Alcalasa 2.4L, con el que se logre una eficiencia catalítica similar al de al enzima en su forma libre. Adicionalmente se espera que el proceso de hidrólisis enzimática de la VTR con la Alcalasa 2.4L inmovilizada, permita la obtención de péptidos antioxidantes, que puedan usarse en un futuro en la industria alimentaría o farmacéutica.

III. CONCLUSIONES

El proceso de hidrólisis enzimática es una estrategia útil para el aprovechamiento de las proteínas de subproductos de la industria alimentaria, específicamente de la industria piscícola, donde los subproductos pueden representar más de un 50% del peso del animal. Adicionalmente con técnicas de inmovilización de la enzima, puede lograrse que el proceso de hidrólisis sea más rentable, dado que esta es la materia prima con mayor costo en el proceso. Así con la enzima inmovilizada es posible su reutilización para varios lotes, o plantear un proceso en continuo.

AGRADECIMIENTO

A la universidad nacional abierta y a distancia UNAD y a los grupos de investigación Cienmate y NUTEC de la universidad de Antioquia, por la disposición para uso de las instalaciones, materiales y equipos requeridos.

REFERENCIAS

Cheung, I., Tan, L., Li-Chan, E. (2012). *The role of molecular size in antioxidant activity of peptide fractions from Pacific hake (Merluccius productus) hydrolysates*. Food chem, 134 (3), 1297 – 1306. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.02.215.

Escobar, S., Bernal, C., Bolivar, J., Nidetzky, B., Lopez, F., Mesa, M. (2018). Understanding the silica-based sol-gel

encapsulation mechanism of Thermomyces lanuginosus lipase: The role of polyethylenimine. *Molecular Catalysis, 449, 406-113. https://doi.org/10.1016/j.mcat.2018.02.024*

Galla, N. R., Pamidighantam, P. R., Akula, S., & Karakala, B. (2012). *Functional properties and in vitro antioxidant activity ofroe protein hydrolysates of Channa striatus and Labeo rohita.* Food Chemistry, 135(3), 1479-1484.

Forghani, B., Ebrahimpour, A., Bakar, J., Hamid, A., Hassan, Z; Saari, M. (2012*). Enzyme Hydrolysates from Stichopus horrens as a New Source for Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitory Peptides.* Hindawi. https://doi.org/10.1155/2012/236384

Gómez, L., Gómez, N., Zapata, J., López, G., Cilla, A., alegría, A. (2019). *In-vitro antioxidant capacity and cytoprotective/cytotoxic effects upon Caco-2 cells of red tilapia (Oreochromis spp.)viscera hydrolysates.* Food Research International, 120, 52 – 61.

Gómez, LJ., Gómez, N.A., Zapata, J.E., López-García, G., Cilla, A., Alegría, A. (2020). *Optimization of the Red Tilapia (Oreochromis spp.) Viscera Hydrolysis for Obtaining Iron-Binding Peptides and Evaluation of In Vitro Iron Bioavailability*. Foods, 9(7), 883- 899. https://doi.org/10.3390/foods9070883

Evaluación de la cinética de fermentación y características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida tipo "masato" empleando levaduras nativas aisladas de residuos agroindustriales

[1]Laura Guarín;
[1]Estudiante Maestría en Biotecnología alimentaria
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia,
Colombia
lkguarinli@unadvirtual.edu.co

[2]Laura María Reyes
[2]Docente Cadena de Formación en Alimentos
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Universidad Nacional Abierta y a Distancia,
Colombia
laura.reyes@unad.edu.co

Resumen – La generación de residuos en la industria de alimentos es una problemática que ha sido abarcada desde el aprovechamiento de los mismos, principalmente para la obtención de compuestos activos, colorantes, biomateriales y microorganismos de interés industrial. El objetivo de este trabajo se enfoca en el aislamiento de levaduras de residuos de cáscara de piña y yuca con potencial fermentativo y tolerancia al etanol que puedan ser empleadas en la elaboración de bebidas alcohólicas tradicionales como el masato. Inicialmente, se realizó el aislamiento de las levaduras en diferentes medios de cultivo, se evaluó la resistencia al etanol al 6, 8 y 10%. Posterior a estos ensayos iniciales, se realizará la evaluación de la afinidad y cinética de las levaduras para fermentar diferentes sustratos. La última parte del proyecto está enfocada en el desarrollo, caracterización físico-química y evaluación sensorial de una bebida tipo masato empleando levaduras nativas aisladas y levaduras comerciales.

Palabras clave— aprovechamiento de residuos, cinética de fermentación, levaduras nativas, bebidas alcohólicas artesanales

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron empleadas piñas de la variedad Golden y yucas obtenidas del comercio local para el aislamiento de las levaduras en los medios Agar Extracto de Levadura Peptona Dextrosa (YPD) y Agar Papa Dextrosa(PDA) y Agar Sabouraud con cloranfenicol. La resistencia al etanol de 6, 8 y 10% se realizó en medio YPD. El crecimiento de las levaduras en placa se realizó en una incubadora Memmert IN 110 Plus; la identificación microscópica se realizó un microscopio binocular de 10-400, y se empleó el azul de lactofenol para facilitar el campo visual.

1.1.Rendimiento de material vegetal

Fueron seleccionadas aleatoriamente tres piñas Golden maduras, se pesaron y se separaron en corona, cáscara, pulpa, y pedúnculo. El rendimiento fue calculado en

porcentaje, de acuerdo al peso de cada una de las partes. Para la yuca, se separaron las cáscaras y la pulpa y se realizó el mismo procedimiento de pesado (eq 1).

$$\%Rendimiento = \frac{Pesoparte}{Peso_{total}} \; x\,100$$

eq. 1

1.2 Aislamiento de levaduras

Fueron tomados 20 g de las muestras de cáscara de piña y yuca previamente trituras, las cuales fueron mezcladas en 50 mL de solución de cloruro de sodio (7,5%). De la muestra madre, se realizaron diluciones seriadas de 10^{-1} a 10^{-4}. Se realizó inicialmente siembras por agotamiento en el medio YPD y las placas fueron incubadas a 35°C por 7 días. Posterior a este primer crecimiento, se tomó una colonia de levaduras y se realizó una re-siembra en agarPDA y Agar Sabouraud con cloranfenicol para limitar el crecimiento de bacterias; las placas fueron incubadas a 35°C por 3 días y7 días respectivamente.

1.3 Resistencia al etanol

La resistencia de las levaduras al etanol fue realizada con colonias aisladas en el Agar Sabouraud con cloranfenicol, las cuales fueron sembradas por agotamiento en agar YDP con adición de etanol al 6, 8 y 10%. Las placas las placas fueron incubadas a temperatura ambiente observando el crecimiento de las levaduras por 3 días [1].

1.4 Afinidad fuente de carbono de levaduras aisladas

Para verificar el mejor medio para el crecimiento de levaduras se empleará caldo YDP enriquecido con $MgSO_4$, KH_2PO_4, y $(NH_4)_2SO_4$ siguiendo la metodología descrita por [2].

1.5 Cinética de fermentación levaduras

Se procederá a analizar la cinética de fermentación de las levaduras enriqueciendo el caldo YDP con diferentes azúcares: Sacarosa, Glucosa y Fructosa. Se medirá el contenido de sólidos solubles representados en °Brix y contenido de etanol cada 8 horas por un periodo de 36 horas [3].

1.6 Elaboración del masato

La fase 2 del proyecto consiste en la elaboración del masato siguiendo la metodología descrita por [4]. Se desarrollarán 4 formulaciones variando el tipo de levadura: piña 0,5%, yuca 0,5%, comercial 0,5% y mezcla de piña y yuca 0,25% cada una. Las formulaciones serán caracterizadas en función del pH, contenido de etanol, sólidos solubles, biomasa residual y calidad microbiológica [4,5]. Será evaluada la preferencia de las diferentes formulaciones usando una prueba afectiva deescala hedónica con un panel no entrenado [4,6,7].

1.7 Análisis estadístico

La evaluación de los resultados será realizada a través de análisis multivariado (ANOVA), estableciendo diferencias significativas entre los valores medios observados en cada una de las formulaciones a través del Test de Fisher a 95 % de confianza utilizando el paquete estadístico STATISTICA® v.8.0.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Rendimiento material vegetal:

En la tabla 1, se puede observar que aproximadamente el 37% de la piña son residuos, y de esos, el 14% es cáscara que puede ser reutilizada para el aislamiento de levaduras.

Tabla 1. Porcentaje de rendimiento de la piña var. Golden

Parte de la piña	Porcentaje (%)
Pulpa piña	63
Cáscaras de piña	14
Coronas	19
Pedúnculo	4

Resultados similares del rendimiento de la pulpa de piña (62% y 65,9%) fueron reportados por [8,9] respectivamente. Por el contrario, el porcentaje de cáscara reportado por [9] (25,8%) es superior al obtenido en este proyecto (14%). Las diferencias pueden ser explicadas por el método de pelado empleado, químico o mecánico, y del personal que realiza este proceso.

- Yuca: En la tabla 2, se puede observar que aproximadamente el 20% de la yuca son residuos, y de esos, el 17% escáscara que puede ser reutilizada para el aislamiento de levaduras.

Tabla 2. Porcentaje de rendimiento de la yuca

Parte de la yuca	Porcentaje (%)
Cáscara sin tierra	17
Pulpa yuca	80
Tierra y residuos como las puntas	3

De acuerdo con lo reportado por [10], la cáscara de la yuca representa el 15% de su peso total, un resultado muy similar al encontrado en la presente investigación**.** Así mismo, [11] reporta resultados similares, en donde la cáscara de la yuca representa entre el 9 y el 15% del tubérculo y posee unacorteza de entre 0.5 y 2%; para la investigación que se está realizando, no se discrimina entre la cáscara y la corteza.

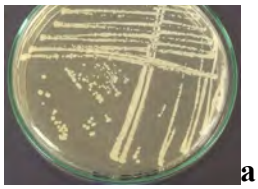
2.2 Aislamiento de levaduras

En la primera siembra se encontró que en el agar YDP crecieron levaduras, bacterias y hongos, por medio de una lectura microscópica con ayuda del azul delactofenol se pudo demostrar la presencia de levaduras en la cáscara de piña, no siendo lo mismo para la cáscara de yuca.

En la segunda siembra en agar PDA, se presentó un crecimiento significativo de las levaduras de la piña en el medio, no siendo lo mismo para las levaduras de la yuca, de hecho, con esta siembra evidencia crecimiento de bacterias del género *Bacillus sp.*

En la tercera siembra en Agar Sabouraud con cloranfenicol se encontró que de la cáscara de piña crecieron levaduras, pero de la cáscara de yuca solo se formó una colonia en 8 días, esta colonia se dejó crecer a 35°C por ocho días más.

La identificación macroscópica y microscópica de las levaduras de la cáscara de piña y yuca se presentan en la Figura 1 y Figura 2 respectivamente.


a

b

Figura 1. Levaduras aisladas de la cáscara de piña a) identificación macroscópica b) identificación microscópica 40x

Las colonias obtenidas en esta investigación se compararon con investigaciones realizadas por [12,13]; encontrando que la morfología de las levaduras de la cáscara de piña presentan las características típicas de levaduras *Saccharomyces* al ser ovoides y blancuzcas con colonias muy definidas, en gran cantidad y alta tolerancia al etanol.

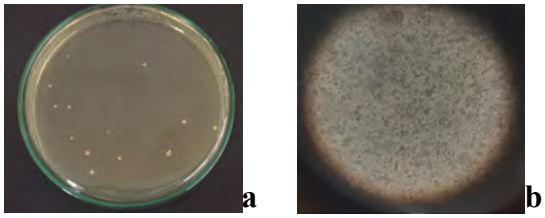


Figura 2. Levaduras aisladas de la cáscara de yuca a) identificación macroscópica b) identificación microscópica 40x

Contrario a las levaduras de la cáscara de piña, en la cáscara de yuca se presentan principalmente levaduras *no Saccharomyces*, esto se afirma a partir de la comparación morfológica y por colonias con los trabajos realizados por [1].

2.3 Resistencia al etanol

Las levaduras de la cáscara de piña y de yuca sometidas a crecimiento en agar YDP con etanol al 6, 8 y 10% presentaron crecimiento en las 2 primeras concentraciones principalmente, en menor grado se evidenció crecimiento al 10% de etanol.

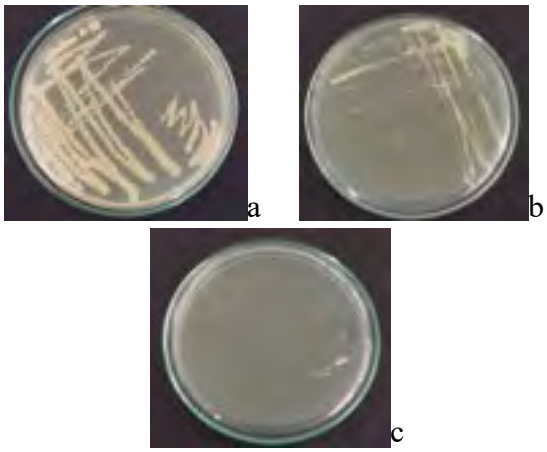


Figura 3. Resistencia de las levaduras de la cáscara de piña con etanol al a) 6%, b) 8% y c) 10%

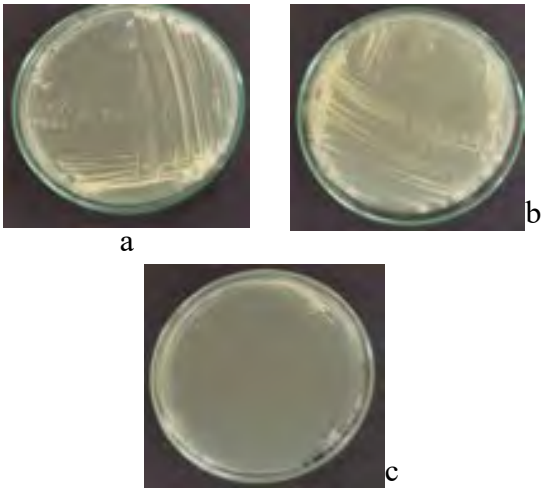


Figura 4. Resistencia de las levaduras de la cáscara de yuca con etanol al a) 6%, b) 8% y c) 10%

La tolerancia de las levaduras aisladas tanto de la cáscara de piña como de la cáscara de yuca presentan un potencial para el desarrollo de bebidas fermentadas artesanales, considerando que ésta presenta un contenido alcohólico bajo, sabor dulce y sensación suave en boca [3, 14].

III. CONCLUSIONES

Las cáscaras de piña y yuca son una fuente potencial para el obtención y aislamiento de levaduras resistentes al alcohol en concentraciones del 6 y 8%. El crecimiento de las levaduras de piña es mayor comparado con el crecimiento de levaduras de cáscara de yuca, esto se debe principalmente a que las primeras corresponden al género *Saccharomyces*; adicionalmente, debido a la alta carga bacteriana, proveniente de la tierra en donde es cultivada la yuca, se dificulta el aislamiento de levaduras. Se espera que las levaduras aisladas puedan ser empleadas para la producción de una bebida artesanal tipo masato, proporcionando perfiles sensoriales característicos y distintivos.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por permitirnos desarrollar el proyecto, por brindar losmedios para la realización del mismo y por el empeño que los docentes han demostrado.

REFERENCIAS

[1] Heredia, Heredia, K., & Kwok, E. (2015). Aislamiento e identificación de las taxa de levaduras presentes en el fruto de taxo (*Passiflora mollissima*), con capacidad fermentativa y resistencia alcohólica. *Universidad Politécnica Salesiana*, 108.

[2] Bañuelos, K., García, A., Hernández, A., Padilla, I., & Torres, J. (2018). Optimización de un medio de cultivo para la producción de levaduras con interés biotecnológico. *Jóvenes en la ciencia*. Vol. 4 no. 1, Verano de la Investigación Científica, 989-994.

[3] Becerra, M. (2014). Bebidas fermentadas a partir de maiz y arroz: Elaboración control y conservación. *Alimentos Hoy*. Vol 22, No 31, 96-103.

[4] Maldonado, M., Ríos, C., & Caballero, P. (2016). Bebida fermentada a base de arroz con adición de probióticos. *Alimentech ciencia y tecnología alimentaria*.

[5] Holguín, M. (2010). Desarrollo de una bebida fermentada con adición de cocción de maíz. *Universidad Nacional de Colombia*.

[6] Amengual, G. (2018). Proceso de elaboración y testeo de chicha andina a partir de cáscara de piña. Trilogía. *Facultad de Administración y Economía*, 42-55.

[7] Herrera, J., León, L., Torres, Y., Cano, N., Herrera, A., & Cuenca, M. (10 de 05 de 2019). Evaluación y selección de levadura comercial para el proceso de fermentación alcohólica de hidromiel. Recuperado el 02 de 03 de 2021, de *Publicaciones e Investigación* , Vol 13, Iss 2, Pp 23-30 (2019): https://doi.org/10.22490/25394088.3651

[8] Tello, O., García, R., & Vásquez, O. (2002). Conservación de averrhoa carambola; “CARAMBOLA”; por azúcar y calor. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria*, 49-58.

[9] Valles, A. (2021). Efecto de la concentración de pectinasas y temperatura de palicación en la clarificación de zumo de piña (*Annanas comosus* L.) como líquido de cobertura para la elaboración de conservas de carambola (*Averrhoa carambola* L.) en Pucallpa. *Universidad Nacional de Ucayali*, 105

[10] Muñoz, S., & Riera, M. (2020). Residuos de la cáscara de yuca y cera de abejas como potenciales materiales de partida para la producción de bioplásticos. *Avances en Química*, 3-11.

[11] Ulloa, M. (2012). Desarrollo de biopolímeros a partir de almidón de corteza de yuca (*Manihot esculenta*). Escuela de Ingeniería Química. *Universidad Técnica Particular de Loja*, Ecuador.

[12] Sánchez, C., & Torres, J. (2017). Caracterización de cepas de *Saccharomyces Cerevisiae* empleadas en la producción de vino. *Jóvenes en la ciencia*. Verano de la Investigación Científica, 571-575.

[13] Salazar, L. (2017). Aislamiento y caracterización de microorganismos durante el proceso de fermentación de *Theobroma cacao* L. de la variedad “chuncho” obtenida en Cuzco, Perú. *Universidad Peruana Cayetano Heredia*, 93.

[14] Fula Arguello, A. G. (2010). Desarrollo de una bebida Fermentada con adición de Cocción de maíz. Bogotá: Trabajo de Grado- *Universidad Nacional de Colombia*.

Nueva metodología para el reconocimiento de cambios posturales a través de sensores

Edna Rocio Bernal Monroy
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería
Grupo-Davinci
UNAD, Colombia.
Edna.bernal@unad.edu.co

Macarena Espinilla Estévez
Grupo-Asia. Universidad de Jaén

Javier Medina Quero
Grupo-Asia. Universidad de Jaén

Resumen – Esta memoria de tesis doctoral titulada «Nueva metodología para el reconocimiento de cambios posturales a través de sensores», se enfoca en las úlceras por presión (UPP) definidas como lesiones que se presenta en personas con movilidad reducida, y querequieren de atención constante por parte de los cuidadores que las atienden, pues son unapatología frecuente en personas mayores. Unaestadística concluyente que revalida esta situación es la que reporta el Grupo Nacional para el Estudio y el Asesoramiento en Úlceras porPresión y Heridas Crónicas de España (GNEAUPP) indica el país, que en 2017 reportó elaumento en el número de personas con este padecimiento, pasando del 7.9 % al 9.1 %, en los programas de atención domiciliaria, y del 12.6 %al 14.2 % en los centros sociosanitarios. Con el fin de posibilitar nuevas alternativas que permitan mitigar la complicación de las úlceras por presión, en este trabajo se presentan los resultados de investigación de la tesis doctoral, planificados y desarrollados, que han permitido implementar una metodología de monitoreo en tiempo real, con dispositivos wearables inerciales no invasivos para la detección y cálculo de postura, basándose en las recomendaciones de los programas de rehabilitación, y usando técnicas de Machine Learning. Esta metodología permite monitorear las posturas y los tiempos de cada paciente, los cuales pueden configurarse siguiendo un protocolo de atención con el cual se puede alertar al personal médico o cuidador ante cualquier situación.

Palabras clave— UPP, Lógica difusa, IoT, Machine Learning.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se presenta la metodología para la clasificación de cambios posturales haciendo uso de dispositivos inerciales. El sistema detecta la posición de los pacientes con movilidad reducida mientras se encuentran en cama, caminando o de pie, y proporciona al personal médico y a los cuidadores información útil mediante dispositivos móviles. El sistema está conformado por: (i) un registro histórico de la actividad corporal, y (ii) notificaciones cuando una posición persiste durante un periodo de tiempo prolongado.

Dispositivos inerciales La recolección de datos se realiza usando sensores inerciales, como el acelerómetro, los cuales se envían en tiempo real a la puerta de enlace a través del protocolo Bluetooth de baja energía (BLE). En esta metodología se utilizan dispositivos Android, ubicados en el hombro y el tobillo de los

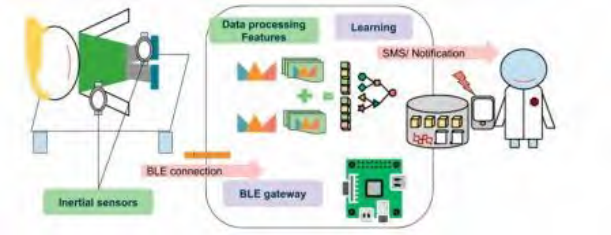
pacientes, para describir su orientación de forma no invasiva.

Placa Inteligente: Una mini placa de bajo costo (como Raspberry PI 3, RP3) se configura como puerta para recibir datos de dispositivos portátiles bajo el protocolo BLE. Estos datos se almacenan en una base de datos local en el cual el tiempo y los tres ejes (x-y-z) del acelerómetro se recopilan en formato RAW. El procesamiento de datos es calculado con la placa inteligente para extraer las características de los datos del acelerómetro. Finalmente, las características son evaluadas por un clasificador, determinando la orientación/posición del paciente. En caso de que la orientación supere un umbral de tiempo predefinido, se envía una alerta al móvil de los cuidadores.

Aplicación móvil: Los cuidadores pueden acceder a la información detallada sobre la orientación y las posturas determinadas por el clasificador, representadas en una línea de tiempo. También se cuenta con un servicio de notificación, el cual permite informar al sistema inteligente en caso de posturas persistentes que superen las recomendadas en los límites de tiempo establecidos.

En la figura 1 se muestra la arquitectura junto con los componentes descritos anteriormente.

FIGURA 1: Arquitectura de componentes de la metodología para la prevención de úlceras por presión mediante monitorización de cambios posturales usando sensores inerciales



II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el UJAmI Smart Lab, del Centro de Estudios Avanzados en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CEATIC) de la Universidad de Jaén (España), con el fin de evaluar la metodología propuesta. En el estudio de caso desarrollado, se incluyeron cuatro participantes para la recopilación de datos, utilizando dos sensores inerciales para detectar ocho posiciones: supino, inclinado, lateral izquierdo, lateral derecho, sentado, piernas estiradas con torso elevado, caminando e inactivo. Se utilizaron dos dispositivos Polar M600, ubicados en el hombro y el tobillo de los participantes, y cada uno de ellos repitió el experimento dos veces, obteniendo así dos conjuntos de datos por usuario.

Un observador externo etiquetó la postura en tiempo real durante la recolección de datos y se recopilaron un total de 100 422 muestras. Durante el preprocesamiento de datos se utilizaron los siguientes parámetros: el filtro exponencial w se estableció en 0.01 para suavizar y eliminar el ruido, y el tamaño de ventana se definió como L = 2.5 s, en la medida en que esto se ha demostrado como una configuración adecuada para evaluar datos inerciales en actividad de reconocimiento [2]. El conjunto de características extraídas de los sensores inerciales incluyó valores máximos, mínimos, promedios, y desviación estándar, que han resultado ser características eficientes y adecuadas para caracterizar sensores inercialesen el reconocimiento de actividad (RA), al tiempoque permiten la identificación y el reconocimiento de acciones y/o actividades del habitante.

El RA se usa generalmente para monitorear las actividades de los residentes mayores, como herramienta de soporte para la gestión y prevención de enfermedades [5]. Este conjunto de características, capturado con 2 sensores inerciales, cada uno con 3 ejes (x-y-z) y 4 medidas (máximo, mínimo, media y desviación), corresponde a un total de 24 características.

El desempeño de los clasificadores (precisión, Recall y F1-Score) se evalúa utilizando la validación cruzada de dejar a un participante fuera en dos configuraciones: (A) La prueba se determina mediante datos inerciales y etiquetas de un participante dado, y el modelo de

entrenamiento se compone solo por datos inerciales y etiquetas que no incluyen la tabla del sujeto objeto de esta investigación. (B) La mitad de los datos inerciales del participante se incluyen en el conjunto de entrenamiento para implementar la adaptación/personalización del modelo, lo que se conoce como modelo adaptado.

CONCLUSIONES

En esta investigación se presentó una metodología para la prevención de UPP, proponiendo una solución que consistía en dos sensores inerciales ubicados en el tobillo y el hombro, para proporcionar una estimación precisa de la orientación corporal de un paciente. Los cambios de postura son considerados en ese sentido como el principal mecanismo de prevención, demostrándose que son necesarios y suficientes para evitar la aparición de úlceras por presión.

Esta metodología permitió proporcionar a los cuidadores un continuo monitoreo en tiempo real de la posición del cuerpo, reduciendo así el esfuerzo necesario gracias al control automático.

La evaluación de diferentes enfoques de clasificación muestra que SVM y KNN proporcionan mejores resultados en la determinación de la posición del paciente, de acuerdo con los datos recopilados, la alta competencia y el diseño inherente para trabajar con atributos numéricos.

Se implementó la personalización, incluyendo algunos datos del paciente objeto de estudio. Esto aumentó notoriamente la precisión y el rendimiento de recuperación.

Se destaca la novedad de este trabajo, basado en la propuesta de uso de sensores inerciales para monitorear a los pacientes a través de una metodología que determina la posición en tiempo real de manera automática

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la UNAD por la financiación del proyecto en el marco de la Unión Europea en las acciones Marie Sklodowska-Curie para la investigación e innovación en el programa Horizonte 2020, el acuerdo número 734355, REMIND: "The use of computational techniques to Improve compliance to reminders within smart environments", así como con el proyecto de investigación nacional con código RTI2018-098979-A-I00 y la Acción 1 de la Universidad de Jaén con código EI-TIC1-2019

REFERENCIAS

[1] José Enrique Aceituno Pérez. «Prevención y tratamiento de las úlceras por presión. Revisión bibliográfica.» En: (2017).

[2] José Javier Soldevilla Agreda, Joan Enric Torra i Bou y José Verdú Soriano. Epidemiologıa, coste y repercusiones legales de las úlce ras por presión en España, años 2005-2006. 2007.

[3] Hande Alemdar y Cem Ersoy. «Wireless sensor networks for healthcare: A survey». En: Computer networks 54.15 (2010).

[4] Mohsen Amiribesheli, Asma Benmansour y Abdelhamid Bouchachia. «A review of smart homes in healthcare». En: Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 6.4 (2015), págs. 495-517.

[5] Oritz Arjona y col. «Úlceras por presión y heridas crónicas: revisión de las evidencias cientıficas sobre su tratamiento». En: Rev. esp. investig. quir (2011), págs. 229-235.

[6] Miren Bagüés Bafaluy, Juan José Calvo Aguirre y col. «Evaluation and impact on the use of information and communication technology in the clinical management and agreed shared monitoring of pressure ulcers». En: Revista espanola de geriatria y gerontologia 50.4 (2014), págs. 179-184.

[7] Oresti Banos y col. «Window size impact in human activity recognition». En: Sensors 14.4 (2014), págs. 6474-6499.

[8] Ling Bao y Stephen S Intille. «Activity recognition from userannotated acceleration data». En: International conference on pervasive computing. Springer. 2004, págs. 1-17.

[9] David Pérez Barreno y Luis Arantón Areosa. «GuıaUPP: Todo el conocimiento sobre Úlceras por Presión en tu móvil (a pie de cama)». En: Enfermerıa Dermatológica 7.18 (2013), págs. 48-55.

[10] Jason Beck y col. «A Backward Adjusting Strategy and Optimization of the C4. 5 Parameters to Improve C4. 5's Performance.» En: FLAIRS Conference. 2008, págs. 35-40.

[11] Gustavo Adolfo Meneses Benavides. «Modelo de plataforma para el desarrollo de redes de sensores portables en monitoreo fisiológico ambulatorio». En: Grupo de Investigación en Bioinstrumentación e Ingenierıa Clınica, Universidad de Antioquia (2013).

[12] Javier Fernando Bernal Hernandez y col. «Implementación de un sistema electrónico para la identificación de la frecuencia de cambios de posición durante sueño en sujetos sanos». Tesis doct. Universidad del Rosario, 2020.

[13] John Bongaarts. World Economic and Social Survey 2007: Deve lopment in an Ageing World. 2008.

[14] Gerrie Bours y col. «A pressure ulcer audit and feedback project across multi-hospital settings in the Netherlands». En: International journal for quality in health care 16.3 (2004), págs. 211-218.

Determinación de los métodos del PMBOK6 para aplicar en el trabajo de grado que se enfoca en el desarrollo de la gestión documental en entidades educativas públicas en Colombia

Alexander Parra Castro
Edward Fernando Toro Perea
Maestría en Gerencia de Proyectos
Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD.
Colombia.
Alexander.parrac@gmail.com
Edward.toro@unad.edu.co

Resumen - El presente documento, tiene como propósito mostrar los métodos adecuados para el desarrollo de gestión de proyectos en el mejoramiento de la gestión documental de las instituciones educativas públicas de Colombia. La problemática se causa en la falta de celeridad en la normatividad para la gestión documental y la baja exigencia de aplicación, apoyada en un alto nivel de descentralización. En Latinoamérica, Colombia, lidera el proceso de normatividad y sin embargo, está lejos de la línea meta, lo que contrasta con un sector que usa programas metodológicos desactualizados, caracterizando un atraso tecnológico que se origina en la escasa importancia que se le da al tema y al bajo nivel de inversión que da paso a una escasez de innovación.

Con el fin de contribuir en el mejoramiento de los procesos de gestión documental, el anteproyecto contempla como referente el PMBOK6 el cual es "un documento guía que reúne los conocimientos, conceptos, técnicas y destrezas dentro de la profesión de Project Management" , a través de las herramientas de gestión como: cronograma (diagrama de Gantt), gestión de calidad (diagrama de flujo), gestión de integración (diagrama de flujo), gestión de riesgos (matriz FODA), tomada esta última como una técnica de análisis de datos que se desarrolla a partir de entrevistas, cuyos resultados van a ser tomados como base para la definición de estrategias que permitan el logro de los objetivos del proceso de investigación.

Palabras clave— Gestión documental, información, data, organizaciones, método.

I. PROBLEMÁTICA

El problema fundamental es la falta de estrategias para la gestión de proyectos enfocados en la administración documental en empresas públicas dedicadas a la administración educativa en Colombia, básicamente, esto se causa por la falta de celeridad en la normatividad para la gestión documental y su exigencia de aplicación apoyado en un alto nivel de descentralización. La historia ha mostrado que la gestión documental en Colombia ha venido avanzando lentamente (…) en el periodo de

76 años entre (1913-1989) solo se produjeron 21 normas jurídicas sobre la archivística en nuestro país, menos de 0,27 normas por año,(…) mientras en el período entre (1990-2017) se ha presentado una dinámica bastante interesante por el liderazgo e interés que tienen algunas instituciones, como el AGN y universidades, que vienen formando profesionales en este campo para fortalecerlo y cubrir la demanda que las empresas han mostrado por ellos. [1](Acevedo,2018, p.128).

Según un análisis comparativo del Sistema Nacional de Archivos (SNA), entre los países latinoamericanos Colombia evidencia un avance en normatividad que supera el 60%, logrando la mejor posición en la aplicación del SNA; en el ámbito normativo está en 0,78% por encima de Perú, un 7,4% arriba de Bolivia y superando a Ecuador con una diferencia de 20.8%. [2] (Cuervo,2019)

No obstante, a pesar de que el país lidera el proceso de normatividad a nivel latinoamericano, aún está lejos de la línea meta, todo lo anterior contrasta con un sector que trabaja con programas metodológicos desactualizados y un atraso tecnológico.

Colombia frente a los países andinos muestra un mejor avance a nivel tecnológico, sin que ello indique que no se encuentre en un rezago sobre el modelo de madurez desarrollado; en el ámbito Tecnológico está en 8% por encima de Perú, un 8.5 % arriba de Ecuador y superando a Bolivia con una diferencia de 25.2%.[3] (Cuervo,2019,p85)

Este rezago se origina en la escasa importancia que se le da al tema, por lo tanto, no hay prioridad en la lista para asignación de recursos económicos y humanos enfocados en la necesidad de la gestión documental integral, situación que se agrava con el bajo nivel de inversión que da paso a una escasez de innovación.

La inversión pública en la gestión documental Acorde a las últimas cifras publicadas por el Observatorio del Sistema Nacional del AGN, para el cierre de la vigencia 2014 la inversión en gestión documental en la nación no supera el 2% de la contratación en el país, siendo las entidades de orden nacional 9 veces superior a la inversión de los municipios en esta materia. Esta cifra se ve representada en 1,4 billones en contratación detectados en 102 entidades del orden nacional en temas de gestión documental de los 57,5 billones contratados. [4] (FCP, 2019, p.7). En general la inversión en recursos (financieros, materiales y humanos) para la gestión documental en el sector público en Colombia, es mínima (del presupuesto general de la nación se asigna a este rubro el 0.0015%) [5] (Ley 20203, 2020) porque se considera de menor relevancia frente a otros temas administrativos.

Adicionalmente, esto repercute en un bajo impacto de la política archivística en el sector educativo, pues "tan solo el 34% de las entidades del sector educativo realizan planeación para la gestión documental" [6] (OSNA, 2015).

Así las cosas y conforme al análisis presentado en el informe emitido por el Observatorio del Sistema Nacional del AGN, la mayoría de la contratación de las entidades en temas archivísticos se realiza como un conjunto de actividades haciendo difícil la individualización de los temas archivísticos y su respectivo seguimiento. Evidenciando sobre todo en las alcaldías una inversión como respuesta inmediata a las necesidades sin tener una planeación estratégica generando únicamente soluciones a corto plazo. [7] (FCP,2019)

En general, se evidencia que los aspectos administrativos para los distintos países de la Comunidad Andina de Naciones se ha

desarrollado con debilidades dado que el país mejor calificado es Colombia, no obstante, escasamente supera el 50% en la evaluación. [8] (Cuervo,2019, p.83)

Todo lo anterior, se hace evidente en la falta de apropiación de las normas vigentes y en la laxitud en los organismos de control que abren espacio a la corrupción, es así como según [9]el Informe Monitor (2016-2018) el sector educativo estuvo entre los más afectados con un 16%.

II. JUSTIFICACION

La justificación principal es crear estrategias que faciliten la administración de proyectos enfocados en la gestión documental para las empresas públicas dedicadas a la administración educativa en Colombia puesto que "tan solo el 34% de las entidades del sector educativo realizan planeación para la gestión documental" [10] (OSNA, 2015), esto se da por varias problemáticas: la primera, hay desinterés a nivel corporativo en el tema de gestión documental que compromete el desempeño del recurso humano en todos los niveles administrativos, hecho que genera altos volúmenes de documentos por procesar que afectan el desempeño del recurso humano y la comunicación vertical y horizontal entre departamentos, la resolución se basa en gestionar un plan estratégico de cultura organizacional enfocado en sensibilizar a las personas acerca de la importancia de la gestión documental, la segunda, hay pérdida de tiempos en la búsqueda deinformación por la escasa utilización de herramientas tecnológicas, lo que compromete la evaluación y eficiencia del personal a cargo de la administración de documentos e información, esto considerando que "Colombia a pesar de presentar un mejor indicador frente a otros países de la región, tiene un rezago frente al modelo de madurez desarrollado como referente" [11] (Cuervo,2019), esto genera exceso de tiempos en la administración de información, así como también errores y entrega de datos incompletos, la solución parte de un análisis de procesos en gestión documental para redefinirlos y obtener eficiencia y productividad, la tercera, se toman decisiones sin soporte adecuado de información que afecta a las directivas de la compañía "Colombia, escasamente supera el 50% en aspectos administrativos en gestión documental" [12] (Cuervo,2019), por lo tanto resolverlo implica aprovechar las tecnologías de la información y la comunicación disponibles en cada entidad, ayudando a los procesos de automatización, reducción de costos y facilitando la entrega de información clara, veraz y suficiente, la cuarta, hay un bajo impacto de la política archivística en el sector educativo que afecta a los clientes internos y externos de cada entidad y a las estadísticas nacionales de desempeño, lo que repercute en desconocimiento y omisión de la norma, así como también, en la falta de claridad en la información entregada que da paso a la corrupción, que " para los años 2016-2018 fue del 16% en el sector educativo" según el informe Monitor, resolverlo requiere realizar gestión administrativa enfocada en la comprensión, apropiación y aplicación de las normas vigentes que ayude a disminuir los riesgos por errores metodológicos o por corrupción, para lo que sería importante contar con un departamento especializado.

III. OBJETIVO

Determinar cuáles son las mejores herramientas que ofrece el PMBOK6 para desarrollar la gestión documental en entidades educativas públicas en Colombia.

IV. MARCO REFERENCIAL

En hechos más recientes a continuación se presentan casos explícitos en los que se han aplicado las herramientas (Gantt, FODA, diagrama de flujo) de gestión de proyectos mencionadas en procesos de gestión documental específicamente.

Matriz DOFA: En el año 2016, la cámara de comercio de Tuluá en Colombia desarrolla su programa de gestión documental en el que incluye la matriz DOFA como eje de acción para determinar sus estrategias de mejoramiento, la gráfica siguiente muestra el resultado inicial de la evaluación del área en estudio. [13]Cámara de Comercio de Tuluá(2016)

Servicios postales Nacionales de Colombia, en el año 2020, realizó el plan institucional de archivos, para tal fin analizó las herramientas administrativas basándose en las matrices del diagnóstico integral de archivos, visitas de seguimiento e informes respectivosrealizadas por el Archivo General de la Nación, Planes de seguimiento resultado de las auditorías externas, visitas de reconocimiento a los Archivos de Gestióndonde se evidenció que la entidad presenta aspectos críticos en la función archivística, lo que conlleva a la pérdida de información y a la pérdida de la memoria e historia de la Nación. Como resultado del análisis se realizó una matriz DOFA, la cual muestra las debilidades y fortalezas de la entidad en lo relacionado a la gestión documental (…) a través de eta se logró identificar los aspectos críticos, junto con los riesgos que puedenconllevar cada uno de ellos. [14] (SPNC, 2020)

Diagrama de Gantt

Los diagramas de Gantt se han convertido en una herramienta extendida en la gestión de recursos y proyectos. Por este motivo muchas compañías, así como desarrolladores independientes han realizado herramientas de software para la realización de esta clase de representaciones(…) tales como Microsoft Project e infinidad de plantillas para Microsoft Excel. El principal inconveniente de estas alternativas y gran parte de la motivación del proyecto es que se trata de software propietario que requiere licencia , sin embargo, también se han desarrollado gran cantidad de esta clase de herramientas gratuitas entre las que se destacan: Sinnaps, Open Project, Planner, Naval Plan, Task Juggler. [15] (Martín,2021).

El diagrama de Gantt por las aplicaciones creadas que facilitan su aplicación tiene cada vez mayor uso en la gestión de proyectos, algunos ejemplos son:

En el año 2016, se aplica en el proyecto Análisis e implementación de la gestión documental y del control de flujos de trabajo en la nube para el grupo Solvay, en el cual se creó un diagrama de Gantt donde se recoge la planificación detallada de este proyecto. Siguiendo la metodología de la empresa en lo referente a utilizar las Google Apps, se ideó un Google Spreadsheet en el que se simula un calendario desde la fecha de comienzo del proyecto hasta la fecha de finalización del mismo. En él se definen las tareas y las fechas de inicio y final de cada una de ellas. Se identifican las tareas con un sombreado azul y las subtareas con uno amarillo. Los días en los que no se trabaje se marcan en gris, y se delimitan tanto las secciones correspondientes a las tareas principalescomo a los cambios de mes utilizando los bordes de las celdas. Cada día se marcan de color verde las celdas correspondientes al trabajo realizado. De esta manera se puede observar en cualquier momento del proyecto el progreso del mismo. Por otro lado, se ha creado un diario del proyecto en el que se detallan las acciones realizadas cada día de trabajo. En cuanto a las fases del proyecto, se definieron: Fase de estudio e investigación de las herramientas que se van a utilizar en el proyecto. Fase de especificación de requisitos que tendrá nuestro sistema. Fase de diseño y validación de la solución propuesta.

Fase de desarrollo de la solución. Fase de despliegue de la propia solución, una vez realizada. Fase de industrialización del proceso, en la que realizaremos muestras del funcionamiento de la solución y obtendremos un uso genérico de ciertas partes de ella. [16] (Durán, 2016).
En el año 2016 se expone el desarrollo del proceso de gestión documental en un organismo público: el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. Dicho proceso aborda las tareas de tratamiento documental necesarias para la correcta gestión de los documentos, que abarcan el ciclo de vida de los mismos: desde su generación o recepción en la institución hasta que se decide su conservación permanente o expurgo. Para ello se explica la misión, el diagrama de flujo del proceso y los elementos más importantes para su implementación y puesta en marcha. [17] (Acosta,2015)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

La propuesta comprende una investigación descriptiva-cualitativa. "La metodología cualitativa se refiere a procedimientos que posibilitan una construcción de conocimiento que ocurre sobre la base de conceptos. Son los conceptos los que permiten la reducción de complejidad y es mediante el establecimiento de relaciones entre estos conceptos que se genera la coherencia interna del producto científico (…) existen diferentes tipos de estudios cualitativos entre ellos el descriptivo (que puede dar lugar a tipologías descriptivas), analítico-relacionales (a través de los cuales se crean modelos teóricos) y de investigación-acción (orientados al cambio). [18] (Krause,1995)

Una investigación descriptiva (Observacional, Exploratoria, "No experimental", formulativa, etc). Exhibe el conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación de espacio y de tiempo dado. Aquí se observa y se registra, o se pregunta y se registra. [19] (Rojas, 2015)

Partiendo de estos referentes teóricos, el ejercicio de investigación propuesto para la gestión documental en entidades educativas públicas en Colombia, se inicia con el diseño de un instrumento de evaluación para realizar las entrevistas, que permitan desarrollar el análisis DOFA a través del cual se analizan las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades tanto a nivel interno como externo el resultado de esta matriz constituye la base para el diagnóstico inicial; a la par se aplica la herramienta de diagrama de Gantt que es una "representación gráfica y simultánea tanto de planificación como de programación concreta de procesos y/o proyecto para representar las etapas del ciclo de vida del proyecto" [20] (Rodriguez,2014).
A partir de la información recopilada y la descripción de las acciones, se representa un diagrama de flujo con os procesos del estado actual en el modelo de gestión documental de la entidad a analizar y posteriormente se plantea una guía mejorada como propuesta para el cumplimiento del objetivo general trazado en el desarrollo de la investigación, siempre teniendo en cuenta los procesos de gestión de calidad, de manera que el resultado se ajuste a los estándares de buenas prácticas como requisito en la gestión pública.
A continuación, se presenta una breve descripción de estas herramientas:

El análisis FODA consiste en realizar una evaluación de los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas. También es una herramienta que puede considerarse sencilla y que permite obtener una perspectiva generalde la situación estratégica de una organización determinada. Thompson y

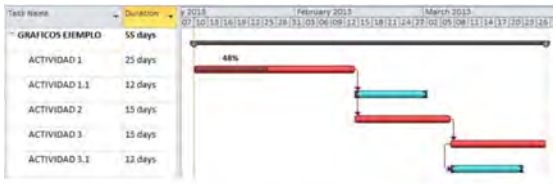
Strikland (1998) establecen que el análisis FODA estima el efecto que una estrategia tiene para lograr un equilibrio o ajuste entre la capacidad interna de la organización y su situación externa, esto es, las oportunidades y amenazas. [21] (Ponce,2007)



Imagen tomada de: Colegio Instituto Técnico Industrial Piloto

Ilustración 1-Matriz DOFA tomada de Colegio Instituto Técnico Industrial Piloto.

El diagrama de Gannt, se usa para planificar y programar las actividades a realizar en: la resolución de problemas, en tareas derivadas de procesos de mejora, en proyectos y planes de acción. El diagrama de Gantt es la base para la generación e implantación de otras metodologías de gestión y control de proyectos como PERT, CPM, Cadena Crítica, según lo plantea [22] (Rodríguez,2014)



, Ilustración 2-Gantt-Tareas criticas. Tomado de. Rodriguez (2015)

Los diagramas de flujo forman parte del grupo considerado como el de "las siete herramientas básicas de la calidad". Las herramientas de la calidad son elementos de gestión que tratan de facilitar y estructurar los procesos de mejora de la calidad y permiten, entre otros aspectos, identificar los problemas producidos en las actividades realizadas, hallar sus soluciones y colaborar en la planificación de los cambios a introducir.

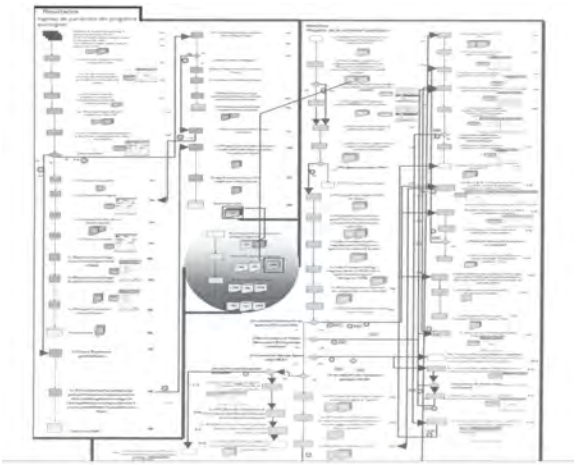


Ilustración 3-Diagrama de flujo de un proceso quirúrgico-Tomado de Pinto (2003)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La gestión documental constituye un pie de fuerza para una compañía, en ella se respaldan sus acciones y se establece una base de información valiosa a través de la cual se mantiene una comunicación clara y fluida tanto con sus clientes internos como externos, de aquí la importancia de que sea funcional y práctico.

De lo anterior se deriva la importancia de las herramientas metodológicas tomadas del PMBOK6 y propuestas para el desarrollo del proyecto de grado enfocado en la gestión documental en entidades educativas públicas en Colombia, puesto que facilitan un proceso dinámico y ágil a través del cual se contrasta información, se depura la calidad de la misma, se reorientan los diferentes tipos de recursos disponibles, se propone un plan de acción y se monitorean los avances, permitiendo la generación de una propuesta

de funcionamiento de vanguardia, acorde a lineamientos de los organismos de control.

La combinación y aplicación de las herramientas que ofrece el PMBOK6 promueven la estructuración de un proceso ordenado, acorde a las necesidades de cada organización, hecho que se facilita a través de la estandarización de las herramientas disponibles, así como también abre la posibilidad de desarrollar procesos estadísticos y diseños de experimentos que van a servir para medir el grado de error y dar validez a los resultados.

VII. CONCLUSIONES

Se concluye mediante análisis del marco de referencia basado en PMBOK6, que las herramientas metodológicas seleccionadas son las adecuadas en el trabajo de grado, tales como: Análisis FODA, Diagrama de Gannt, Diagrama de Flujo, ya que dinamizan y facilitan el desarrollo de la gestión documental en entidades educativas públicas en Colombia.

REFERENCIAS

[1] Acevedo-Villada, Y. (2018). La gestión documental en Colombia: un análisis lexicométrico del marco jurídico entre los períodos 1913-1989 y 1990-2017. trilogía Ciencia Tecnología Sociedad, 10(19); 115-132. Recuperado de: https://revistas.itm.edu.co/index.php/trilogia/article/view/1024/938

[2]- [3], [8], [12] Cuervo, J (2019). Análisis comparativo de sistemas nacionales de archivo (SNA). Estudio de caso: comunidad andina de naciones (CAN). Universidad de la Salle. Facultad de ciencias económicas y sociales. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1053&context=maest_gestion_documental

[4] ,[7] Fondo Colombia en Paz(2019). Gobierno de Colombia. estudio de mercado y sector para la contratación de los servicios de administración, organización, digitalización, custodia, preservación documental y suministro e insumos para archivo; de acuerdo con las necesidades del consorcio Fondo Colombia en Paz 2019 y en los términos establecidos en la ley 594 de 2000 y las demás normas concordantes sobre la materia. Recuperado de: https://www.fiduprevisora.com.co/wp-content/uploads/2020/02/ANEXOS-17-A-22.pdf

[5] Congreso de Colombia(2020). Ley 2063 de noviembre de 2020. Presupuesto de rentas y recurso de capital para el año 2021. Recuperado de: https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202063%20DEL%2028%20DE%20NOVIEMBRE%20DE%202020.pdf

[6] , [10]- [11] Observatorio del sistema nacional de archivos (2015, 2019). inversión presupuestal en gestión documental y su impacto en el cumplimiento de la política archivística en Colombia. Recuperado de: https://observatoriosna.archivogeneral.gov.co/wp-content/uploads/2016/05/Inversion-presupuestal-y-su-impacto.pdf

[9] Informe Monitor 2018-2019. Recuperado de: https://www.monitorciudadano.co/hechos-corrupcion/informes

[13] Cámara de Comercio de Tuluá (2016). Programa de gestión documental. Recuperado de: https://camaratulua.org/wp-content/uploads/2016/02/calidad/page/OT-D2-52_Programa-de-Gesti%C3%B3n-Documental_V2.pdf

[14] Servicios Postales Nacionales(2020).Plan institucional de archivos. Recuperado de: http://www.4-72.com.co/sites/default/files/TextoImagenArchivo/Plan%20Institucional%20de%20Archivos2020.pdf

[15] Martin(2021). Generación automática de diagramas de Gannt. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: http://oa.upm.es/66279/1/TFG_CARLOS_MATEOS_MARTIN.pdf

[16] Durán, J. (2016). Análisis e implementación de la gestión documental y del control de flujos de trabajo en la nube para el grupo Solvay. Universidad de Cantabria. España. Recuperado de : https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9194/Duran%20Hernandez%20Jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[17] Acosta(2015). El proceso de gestión documental en un organismo público: diseño y puesta en marcha en el instituto andaluz de patrimonio histórico. Revista archivística de la asociación de archiveros de Andalucía. TRIA No.20(2016) p 23-24-25. Recuperado de: https://n9.cl/er4j

[18] Krause(1995). la investigación cualitativa: un campo de posibilidades y desafíos. Revista temas de educación, Nº 7. Recuperado de: https://n9.cl/4jgxf

[19] Rojas , M (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 16(1),1-14.Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63638739004

[20], [22] Rodríguez, M (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. Revista de la Universidad de La Salle, (48), 80-99. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1170&context=ruls

[21] Ponce, H (2007). La matriz FODA: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. Enseñanza e Investigación en Psicología, 12(1),113-130. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29212108]