

EXPOTech 2023

Ciencia, Ingeniería y Sociedad



UNAD
Universidad Nacional
Abierta y a Distancia



Memorias

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



MEMORIAS: EXPOTECH 2023

“Ciencia, Tecnología e Innovación al servicio de un futuro ético y responsable para la industria 5.0”

COMPILADORES

Vanessa Paola Pertuz Peralta





UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)

Jaime Alberto Leal Afanador
Rector

Constanza Abadía García
Vicerrectora académica y de investigación

Leonardo Yunda Perlaza
Vicerrector de medios y mediaciones pedagógicas

Edgar Guillermo Rodríguez Díaz
Vicerrector de servicios a aspirantes, estudiantes y egresados

Leonardo Evemeleth Sánchez Torres
Vicerrector de relaciones intersistémicas e internacionales

Julialba Ángel Osorio
Vicerrectora de inclusión social para el desarrollo regional y la proyección comunitaria

Myriam Leonor Torres
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 Rocio Mondragón
Decana Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

MEMORIAS: EXPOTECH 2023

"Ciencia, Tecnología e Innovación al servicio de un futuro ético y responsable para la industria 5.0"



Compiladores:

Vanessa Paola Pertuz Peralta

Comité científico: Margarita María Pineda Romero, Darío José Delgado Quintero, Abel Aníbal del Río, Jheimer Julián Sepúlveda, María Paulina Mendoza, Leonardo Bonilla Ramírez, Leidy Johanna Gómez Sampedro, Laura María Reyes Méndez, Magda Piedad Valdés Restrepo, Eduart Andrés Gutiérrez Pineda, Juan Camilo Mendoza Combat, Andrea Vásquez García, Liliana Londoño, Walter Alejandro Fernandez, Ronald Joanny Rojas Alvarado, Rafael Ricardo Rentería Ramos, Sandra Marcela Bustacara, Juan Carlos Vesga Ferreira, Sixto Enrique Campaña Bastidas, Diana Carolina Herrera, Rafael Andrés Ramírez Alvarado, Martha Viviana Zuluaga Rojas, Marha Catalina Ospina, Jhon Fernando Sanchez Álvarez, Harold Emilio Cabrera, Edgar Andrés Villabón Aldana, Albeiro Cuesta Mesa, Paula Andrea Méndez, Angela María Vargas Arcila, Gerardo de Jesús Becerra Becerra, Pilar Alexandra Moreno, Mónica Andrea Rico Martinez, Fausto Miguel Castro, Carlos Albert Vera, Andrés Alejandro Díaz, Linda Bibiana Rocha, Nahury Castellanos, Freddy Alexander Torres-Payoma, Anivar Chaves

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 de 2023



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



CONTENIDO

Eje 1 - Innovación Tecnológica en la Industria 5.0

El futuro de la manufactura según las tendencias de la industria 5.0

Moreno Ariza Nury, Acosta, Miryam, Figueroa Peinado Woody

Diseño de tecnología de asistencia para el desarrollo de habilidades emocionales en personas con necesidades especiales, un caso de estudio

Constain M Gustavo E, Bautista Blasco Susana, Collazos César A

Elaboración, caracterización fisicoquímica de un fermentado para la producción de un destilado de ñame criollo

Mason Marco, Sanchez Bernal Clara Isabel, Mendoza Combat Juan Camilo, Cuenca Quicazan Martha Maria

Síntesis y caracterización de biomateriales en la biorremediación de contaminantes ambientales

Sergio Acevedo, Liliana Giraldo, Juan C. Moreno-Piraján

Foodtech, las tecnologías convergentes que definen la frontera de la industria de alimentos

Montes Pineda Juan Camilo, Vesga Fajardo Rafael Augusto, Barrios Melo Jesús David

Evaluación de desempeño de algoritmos de planificación de trayectorias para asistir en movilidad a personas invidentes

Mosquera Paula, Díaz Andrés

Aprovechamiento de residuos del maíz para la obtención de nanocelulosa y su uso como material de refuerzo de películas biodegradables activos para la conservación de pescado (*Pangasius bocourti*)

Reyes Méndez Laura María, Ramírez Aguilar Diego Armando, Gutiérrez Pineda Eduard Andrés

Un enfoque MDE para la generación de Contratos Inteligentes.

Dulce Edgar, Hurtado Julio, Núñez Yenny, Mantilla Eduard

Análisis para la implementación de una Red de transmisión 5G NR en tres localidades de la ciudad de Bogotá, en las Bandas C (3.5 GHz) Y K(26 GHz)

Velásquez Bustos Jairo, Rico-Martínez Mónica, Parra Mogollón Héctor

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



La transformación digital de las MYPES en Colombia: Enfoque exploratorio de brechas hacia la industria 5.0

Figueroa Peinado Woody, González Silva Julio Cesar, Vásquez-Bernal Oscar Alejandro, Rocha Medina Linda Bibiana

Nanopartículas de ZNO sin dopar y dopadas con cobalto (2%), como posible material para aplicaciones fotovoltaicas

Torres Guzmán Margoth Lorena, Aguilar Paz Carol, Diosa Jesús Evelio, Mosquera Edgar, Lopera Wilson

Sistema de detección temprana de mastitis bovina con herramientas de deep learning

Cuesta Albeiro, Campaña Sixto, Aguirre Adriana, López David, Rosero Rigoberto

Técnicas de machine learning para determinar el rendimiento académico de estudiantes en un curso de primer periodo

Restrepo Segura Michell Paulina, Bonilla Cely Sandra Milena, Quintero López Jorge Luis

Planificación de un software para la participación ciudadana en la ciudad de Ibagué

Torres Alexander, Jiménez Lucero, Sánchez Solanlly

Diseño de robot para mejorar la movilidad de personas con limitación visual avanzada en ambientes cerrados

Helber Vergara, Andrés Diaz

Diseño de una aplicación de monitoreo para un sistema de internet de las cosas en cultivos aeropónicos

Gonzalez Olaya Carol Johanna, Tapias Baena Juan Esteban, Parra Mogollón Héctor Julián

Conexiones institucionales en investigación administrativa desde una perspectiva de recurrencia y especialidad temática

Calvo Lorena, del Rio Abel, Amador Jorge

Eje 2 - El papel de la educación y la formación en la industria 5.0

Métodos cuantitativos y mixtos para la toma de decisiones: un breve análisis sobre el uso de herramientas informáticas en los procesos investigativos

Vásquez Bernal Oscar Alejandro, Figueroa Peinado Woody, Mosquera Laverde William Eduardo

Política Para el Uso de Modelos de Lenguaje a Gran Escala y de Inteligencia Artificial Generativa en la Maestría en Gestión de Tecnología de Información de la UNAD

Delgado-Quintero, Darío J, Sepúlveda López, Jheimer Julian, Pineda Romero Margarita María, Santos Méndez Diego Julián

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Rompiendo barreras de la educación a distancia con la educación ambiental
Cabrera Karen, Tenjo Dolly

Tic como modelo educativo: un acercamiento desde los PEI de las instituciones públicas del municipio de Dosquebradas
Sepúlveda López Jheimer Julián, Cortes Algeciras Wcdaly, Ruiz Cardona Diana Carolina

Estado del arte de laboratorios virtuales y laboratorios remotos en física
Tique Diana, Lugo Nidia, Torres Freddy

Implementación de una propuesta didáctica y pedagógica STEM mediante el uso de la dronótica para promover competencias del pensamiento computacional en los estudiantes de sexto a noveno grado del Colegio Ebenezer
Guarín Romero Henry, Castellon Contreras Einer Alfonso, Flórez Martínez Alexander

Diseño e implementación de una herramienta digital para la enseñanza de la matemática para estudiantes de primer semestre de ingeniería
Vega Lyda, Tique Diana, Zarate Juan, Plazas Jonny

Laboratorios virtuales como aporte a la formación académica en ingeniería
Rodríguez Nestor, Nieto Iván, Mora July, Santamaría José, Chanto Esteban

Implementación del programa de extensionismo agropecuario en seguridad alimentaria y nutricional para mujeres rurales cafeteras, basado en los "ODS" – corregimiento Cay, Cañón del Combeima, Ibagué -Tolima, Colombia
Marín Idárraga Diego Alberto, Hernández Cruz Victoria, Karen Vanessa Marimón Sibaja, Yara Botache Elvis Álvaro, Cardozo Yisela, Ramírez Ortiz Daniela Xiomary, Buenaventura Monsalve, Jaime Alberto

Eje 3 - Responsabilidad social y sostenibilidad en la industria 5.0

Tendencias de vehículos eléctricos e híbridos en Colombia: Explorando las energías limpias y la movilidad del futuro
Gaitán Ospina Rafael

Sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica para autoconsumo con inyección de excedentes a la red pública en zonas urbanas
Nier contreras Hernando, Gutiérrez Torres Jairo Luis

Validación Experimental y Parametrización Precisa del Sensor de pH E-201 para Mediciones en Soluciones Hidropónicas
Rodriguez Aya Angel Alejandro, Berdugo Cardona William Andres, Chica García Juan Alejandro, Carrillo Acosta Luis Miguel, Montaña Sanz Jesús Steban



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

La ergonomía en el sector panelero

Casanova Edwin, Ospina Angela, Bernal Marylin

Bebida Vinícola de arracacha: Un valor agregado para el principal producto de la
despensa agrícola de Colombia

Ospina Angela, Guerrero Henry, Muñoz Elizabeth

Extracción del aceite de semilla de tres cultivares de zapallo: Primer ensayo

Ordóñez Ginna A, Valdés Magda P, Pantoja Denis M Londoño, Liliana, Ortiz, Sanin

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

EJE 1 - INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA 5.0



EL FUTURO DE LA MANUFACTURA SEGÚN LAS TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 5.0

THE FUTURE OF MANUFACTURING ACCORDING TO INDUSTRY 5.0 TRENDS

Moreno Ariza, Nury^{1*}, Acosta, Miryam², Figueroa Peinado, Woody³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Transversal 31 # 12 - 38 sur,
Bogotá D.C, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Transversal 31 # 12 - 38 sur,
Bogotá D.C, Colombia

³Corporacion Universitaria Minuto de Dios. UNIMINUTO, Transversal 73ª · 81i-19,
Bogotá D.C, Colombia

[*nury.moreno@unad.edu.co](mailto:nury.moreno@unad.edu.co), miryam.acosta@unad.edu.co,
woody.figueroa@uniminuto.edu.co

Resumen – Este documento presenta el análisis de fuentes bibliográficas de varios autores relacionadas con las aplicaciones de la industria 4.0 y las falencias o vacíos que dejan su implementación, haciendo visibles las tendencias de la industria 5.0 en la manufactura y su posible aplicación. La metodología empleada es exploratoria de enfoque cualitativo a partir de fuentes secundarias de autores desde 2014 a 2023, presentando las tecnologías más utilizadas y las necesidades detectadas en la manufactura, enfatizando en los nuevos desafíos para la coexistencia entre el ser humano y la industria 5.0 con sus atributos y aplicaciones que aseguren procesos sostenibles, disponiendo la tecnología al servicio del bienestar de los conglomerados sociales y la preservación del entorno natural en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 2030.

Palabras Clave - Industria 5.0 y manufactura, manufactura 5.0, Industria 5.0

Abstract - This paper reviews the literature of several authors on the applications of Industry 4.0 and the shortcomings or gaps left by its implementation, making visible the trends of Industry 5.0 in manufacturing and its possible application. The methodology used is exploratory of qualitative approach from secondary sources of authors from 2019 to 2023, presenting the most used technologies and the needs detected in manufacturing, emphasizing the new challenges for the coexistence between human beings and industry 5.0 with its attributes and applications that ensure sustainable processes, arranging technology at the service of the welfare of social conglomerates and the preservation of the natural environment in line with the purposes of the Sustainable Development Goals ODS 2030.

Keywords - Industry 5.0 AND manufacture, manufacturing 5.0, industry 5.0.



I. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta fase inicial, la investigación es exploratoria de enfoque cualitativo, basándose en la revisión de fuentes secundarias de autores analizadas en las bases de datos indexadas de Web of Science y Scopus "INDUSTRY 5.0 AND MANUFACTURE", MANUFACTURING 5.0", "INDUSTRY 5.0" filtrándose la búsqueda a publicaciones desde el año 2014 hasta el 2023 inclusive, priorizando los resultados por orden de relevancia, haciendo un análisis descriptivo de autores que conlleva a identificar las tendencias de la manufactura de acuerdo en el contexto de la industria 5.0.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se hizo una exploración inicial en bases de datos reconocidas, tales como Scopus con las palabras claves: "manufacturing AND industry 5.0". Se filtra la búsqueda de publicaciones desde el año 2014 hasta el 2023 y se obtienen 4.782 documentos con publicaciones, siendo el 2023, el año con mayor producción, con 1.627 artículos, como se indica en la figura 1. Las áreas de conocimiento que tienen más aportes corresponden a la Ingeniería con un 20.3%, ciencias computacionales en un 16.9%, Negocios, Gestión y Contabilidad en un 9.4%, y Ciencias sociales en un 6.6% principalmente.

En los últimos 10 años, la cuarta revolución industrial, trajo consigo la automatización, la fabricación inteligente, utilizando Internet de las cosas (IOT- *Internet of things*), Sistemas ciber físicos que cuentan con capacidades computacionales permitiendo crear ecosistemas autónomos (*Cyber Physical System – CPS*), manejo de enormes volúmenes de datos (*Big Data*), modelos virtuales diseñados para reflejar con precisión un objeto físico (*Gemelos digitales*), almacenamiento en la nube, entre otras cosas. [2] [7] [9]



Fig. 1. Producción Industria 5.0 y Manufactura [12]

DEFINICIÓN Y NECESIDAD DE LA INDUSTRIA 5.0

La industria 4.0 se fundamenta en la automatización de los procesos a partir del uso de la informática buscando la eficiencia de los procesos. La industria 5.0 tiene como objetivo orientar el desarrollo y eficiencia de los procesos usando la tecnología para ser más competitivos y generando un impacto positivo en la sociedad; en este sentido, la tecnología está en función del ser humano y no al contrario. [1] [2] [6]

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



La Industria 5.0 se puede traducir como la unión de tecnologías e ideas centradas en suplir las necesidades reales del ser humano, buscando la sostenibilidad del planeta. [10]

Para lograr la implementación de la Industria 5.0 es indispensable incorporar las habilidades intelectuales humanas a la automatización en la manufactura, adicionalmente, que los gobiernos y los fabricantes se apersonen de la responsabilidad que tienen de llevar la delantera en la definición y creación de una sociedad más sostenible. [1] [7]

Documentos por área temática

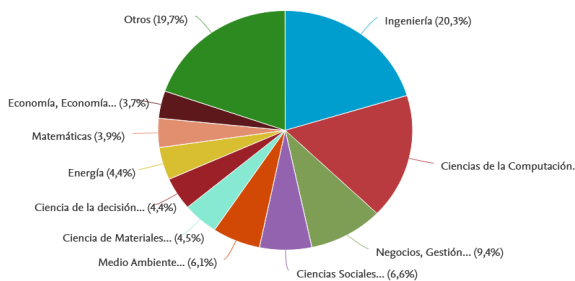


Fig. 2. Áreas de conocimiento Industria 5,0 [12]

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE AUTORES

Entre los autores más relevantes se encuentran Javaid Mohd y Haleem Habid, de la Universidad Jamia Millia Islamia, ubicada en New Delhi, India, con 54 y 48 publicaciones sobre industria y manufactura 5.0, seguido por Suman Rajiv, Mourtzis Dimitris y Wang Feiyue de Universidades ubicadas en India, Grecia y China,

respectivamente; seguido por otros 154 autores que hacen una inmersión sobre la implementación de la industria 4.0 a nivel mundial y de las tendencias de la industria 5.0. La selección de documentos para este estudio se realizó tomando en cuenta los aportes de autores que más han investigado sobre el tema puntual de la industria 4.0 y 5.0 en la manufactura.

Documentos por autor

Compare el recuento de documentos de hasta 15 autores.

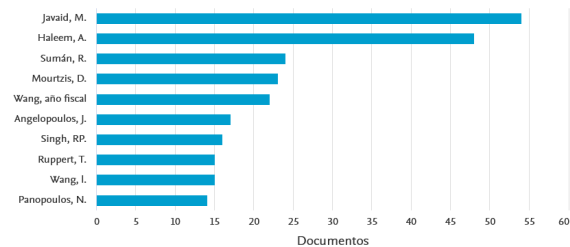


Fig. 3. Autores relevantes de Industria 4.0 [12]

TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA 5.0 EN LA MANUFACTURA

La Unión Europea presenta la quinta revolución industrial en donde la inteligencia artificial hace posible que máquinas y personas trabajen de manera cooperativa generando beneficios a la humanidad, buscando como objetivo principal la "personalización" de cada Producto o Servicio según las demandas del cliente. [7]. La revolución 5.0 exige más tecnologías bioinspiradas, atendiendo los desafíos sociales como lo representan los desafíos generados desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 2023 según se indica en Tabla 1. [3] [4] [5] [7] [8] [11]



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Tabla 1. Tendencias de la Industria 5.0 en la manufactura [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

TENDENCIA	APLICACIÓN A LA MANUFACTURA
Uso de cobots y robots	Para el desarrollo de tareas repetitivas con un alto nivel de calidad.
Materiales inteligentes con sensores integrados. (Informática material)	Evitando reprocesos a través de la cadena de suministro.
Materiales reciclados	Reduciendo la generación de residuos generados por la cadena de suministro, potenciando una logística verde.
Uso de bioenergía	Reduciendo la generación y uso de energía de tipo fósil e incentivando la generación y uso de energías alternativas para la gestión.
Cadena de suministro automatizada con Big Data en la nube.	Logrando la trazabilidad de productos y servicios en cualquier punto de la cadena de suministro, desde el

	inventario, gestión de la demanda, ciclo de suministro basado en el manejo de Big Data.
Manufactura personalizada	Manufactura automatizada reduciendo tiempos y costes, bajo condiciones específicas personalizadas.
Agilidad	Los procesos serán mucho más ágiles debido al trabajo conjunto entre personas y robots.

Nota: Tendencias de la industria 5,0 aplicado a los procesos de manufactura. Fuente: Basado en: [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]

III. CONCLUSIONES

La industria 5.0 viene promoviendo el mejoramiento en la gestión de procesos en cuanto a calidad, agilidad y personalización de los productos y servicios, aprovechando la informática y la inteligencia artificial para hacer las actividades repetitivas con mayor rapidez y calidad, y dejando al talento humano encargado de las labores de planeación, promoviendo el cuidado del planeta y reduciendo el impacto ambiental. Este avance le permite al ser humano enfocarse en



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

nuevos desafíos que contribuyan a favorecer la coexistencia entre la industria y las necesidades propias del medio ambiente y del ser humano, buscando el desarrollo industrial sostenible para el medio ambiente, lo cual, será un tema de discusión para abordar por medio de la investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, que ha hecho posible el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS

[1] Attila Tóth a, László Nagy b, Roderick Kennedy c, Belej Bohuš a, János Abonyi b, Tamás Rupper. (2023) The human-centric Industry 5.0 collaboration architecture. *MethodsX*, 11, 102260. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102260>

[2] Nahavandi S (2019) Industry 5.0—a human-centric solution. En: *Journals Sustainability*, Volume 11, Issue 16. <https://doi.org/10.3390/su11164371>

[3] Angel Swastik Duggal, Praveen Kumar Malik, Anita Gehlot, Rajesh Singh, Gurjot Singh Gaba, Mehedi Masud, Jehad F. Al-Amri. (2021) A sequential roadmap to Industry 6.0: Exploring future manufacturing trends. En: *The institution of Enginnering and Technology. Special Issue: Deep learning-based intelligent communication systems:*

Using big data analytics, Volume16, Issue5.

<https://doi.org/10.1049/cmu2.12284>

[4] Fazal, N., Haleem, A., Bahl, S., Javaid, M., Nandan, D. (2022) Digital Management Systems in Manufacturing Using Industry 5.0 Technologies. *Advancement in Materials, Manufacturing and Energy Engineering*, Vol. II pp 221–234.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-8341-1_18

[5] Sajid S, Haleem A, Bahl S, Javaid M, Goyal T, Mittal M (2021) Data science applications for predictive maintenance and materials science in context to Industry 4.0. *Mater Today Proc.*

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.357>

[6] Yuqian Lu, Hao Zheng, Saahil Chand, Wanqing Xia, Zengkun Liu, Xun Xu, Lihui Wang, Zhaojun Qin, Jinsong Bao. (2023) Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0, *Journal of Manufacturing Systems*, Volume 62, 2022, Pages 612-627, ISSN 0278-6125,

<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.02.001>.

[7] M. Iqbal, C. K. M. Lee and J. Z. Ren, (2022) "Industry 5.0: From Manufacturing Industry to Sustainable Society," *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2022, pp. 1416-1421, doi: 10.1109/IEEM55944.2022.9989705.

[8] Dimitris Mourtzis *, John Angelopoulos and Nikos Panopoulos,



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

(2023) "The Future of the Human-Machine Interface (HMI) in Society 5.0" Future Internet; May2023, Vol. 15 Issue 5, p162, 25p, doi: 10.3390/fi15050162

[9] Dmitry Ivanov, (2023) The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives, International journal of production research 2023, VOL. 61, NO. 5, 1683-1695

<https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2118892>

[10] Zizic, M.C.; Mladineo, M.; Gjeldum, N.; Celent, L (2022). From Industry 4.0 towards Industry 5.0: A Review and Analysis of Paradigm Shift for the People, Organization and Technology. *Energies* 2022, 15, 5221.

<https://doi.org/10.3390/en15145221>

[11] Maddikunta, P. K. R., Pham, Q.-V., B, P., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., Ruby, R., & Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. *Journal of Industrial Information Integration*, 26.

<https://doi.org/bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.jii.2021.100257>

[12] Scopus (2023) <https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/term/analyzer.uri?sort=r-f&src=s&sid=b11ec62c289ca77d9be575c8b3e6ed91&sot=a&sdt=a&sl=35&s=ALL%28manufacturing+AND+industry+5.0%29&origin=resultslist&count=10&analyzeResults=Analyze+results>



DISEÑO DE TECNOLOGÍA DE ASISTENCIA PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES EMOCIONALES EN PERSONAS CON NECESIDADES ESPECIALES, UN CASO DE ESTUDIO

DESIGN OF ASSISTIVE TECHNOLOGY TO DEVELOP EMOTIONAL SKILLS IN PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS, A CASE STUDY

Constain M., Gustavo E.^{1*}, Bautista Blasco, Susana², Collazos, César A.³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, CEAD Popayán, Popayán, Colombia

²Universidad Francisco de Vitoria, Escuela Politécnica Superior, Madrid, España

³Universidad del Cauca, Fac. Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Popayán, Colombia

*gustavo.constain@unad.edu.co

Resumen – La tecnología computacional ha demostrado ser una herramienta valiosa en el tratamiento y la formación de personas con *necesidades educativas especiales* (NEE), y más puntualmente con quienes padecen de discapacidades intelectuales, las cuales generalmente ven afectada su capacidad de comunicación, interacción social y comportamiento. El desarrollo de tecnología dirigida a personas con NEE brinda oportunidades y soluciones innovadoras para abordar sus necesidades específicas y al mismo tiempo buscando su incorporación a la vida social y productiva. Sin embargo, también genera una serie de desafíos y problemas que deben ser considerados en este campo. Uno de estos desafíos radica en la falta de diversidad y representación en los equipos de desarrollo para comprender las necesidades, preferencias y desafíos que enfrentan estas personas. Otro problema común está relacionado con la accesibilidad y usabilidad de la tecnología desarrollada. Es así como algunas personas con NEE pueden tener dificultades para utilizar dispositivos con interfaces complejas o comprender sus instrucciones. Es importante entonces diseñar interfaces intuitivas, amigables y adaptadas a las necesidades específicas del usuario. La información y las instrucciones deben presentarse de manera clara y concisa, utilizando elementos y apoyos visuales para facilitar la comprensión y uso de los artefactos diseñados. Este documento presenta las lecciones aprendidas en un estudio de caso que logra el diseño de software de asistencia, para desarrollar habilidades emocionales en personas con Trastorno de Espectro Autista (TEA); además de querer impulsar el diseño de tecnología de asistencia desde las iniciativas proyectadas en la Maestría de Diseño de Experiencia de Usuario.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Palabras clave— Accesibilidad, Discapacidades Intelectuales del Desarrollo Cognitivo, Necesidades Educativas Especiales, Tecnología de asistencia, Tecnología Computacional, Trastorno de Espectro Autista.

Abstract - Computer technology has proven to be a valuable tool in the treatment and education of people with special educational needs (SEN), and more specifically with those who suffer from intellectual disabilities, which generally affect their communication skills, their social interaction and their behavior. The development of technology aimed at people with SEN provides opportunities and innovative solutions to address their specific needs and at the same time seeking their incorporation into social and productive life. However, it also generates a series of challenges and problems that must be considered in this field. One of these challenges lies in the lack of diversity and representation in development teams to understand the needs, preferences and challenges of these people. Another common problem is related to the accessibility and usability of the technology developed. This is how some people with SEN may have difficulties using devices with complex interfaces or understanding their instructions. It is therefore important to design intuitive, friendly interfaces adapted to the specific needs of the user. The information and instructions must be presented in a detailed and precise manner, using visual elements and supports to facilitate the understanding and use of the designed artifacts. This document presents the lessons learned in a case study that achieves the design of assistance software, to develop emotional skills in people with Autism Spectrum Disorder (ASD); in addition to wanting to promote the design of assistive technology from the initiatives projected in the User Experience Design Master's Degree.

Keywords— Accessibility, Intellectual Developmental Cognitive Disabilities, Special Educational Needs, Assistive Technology, Computer Technology, Autism Spectrum Disorder.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El uso de tecnología para apoyar diversos procesos en los seres humanos es una realidad actual, especialmente por la posibilidad de fortalecimiento de habilidades tanto sociales como emocionales que podrían determinar el éxito o el fracaso de todo lo que hacemos [1]. Algunos estudios resaltados por [2], mencionan las habilidades propias de la inteligencia emocional que pueden ser desarrollados o fortalecidos durante la etapa de aprendizaje de

los niños, estas son: el Autoconocimiento, el Autocontrol, la Automotivación, el Reconocimiento y las Habilidades sociales. Por tanto, las iniciativas de fortalecimiento y creación de habilidades que mejoren dichos niveles emocionales favorecen el desempeño personal durante el resto de la vida [1].

La situación anterior se torna más compleja en casos de personas con Necesidades Educativas Especiales (NEE) y Discapacidades Intelectuales del Desarrollo Cognitivo (DID), como



pueden serlo quienes padecen del Trastorno de Espectro Autista (TEA).

En esta experiencia de estudio de caso desarrollada entre los países de Colombia, España y Portugal por Gustavo Constaín et. al. que se presenta en [3], se analiza en detalle los tipos de tecnología que ha sido desarrollada y utilizada con éxito en los procesos de tratamiento de personas con NEE y DID. Igualmente se aplica el método de pensamiento de diseño (Design Thinking) para la construcción colaborativa entre terapeutas, desarrolladores de tecnología y las mismas personas con NEE, de un framework de software que facilite el diseño ágil de aplicaciones para dispositivos móviles dirigido especialmente a niños con autismo.

Entre las tecnologías analizadas se cuenta con el uso de robótica educativa, técnicas de entrenamiento y monitoreo de mascotas adiestradas, métodos alternativos terapéuticos para la alfabetización (como GEEMPA, por ejemplo) y el uso de Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC) que son facilitados por la masificación del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y las técnicas de la Interacción Humano-Computador (IHC).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La necesidad identificada de poder obtener herramientas adecuadas para los procesos de tratamiento de personas con NEE, y que estas estén diseñadas de acuerdo con los requerimientos individuales de cada paciente, ha generado la necesidad de articulación entre las comunidades terapéuticas con otras comunidades de desarrolladores de tecnología para facilitar la obtención ágil de artefactos (hardware o software) con las características de accesibilidad que sean necesarias.

De acuerdo con lo anterior, cobra gran importancia el diseño del modelo de intervención FRIDA¹ resultante, la recolección de datos y el análisis de estos, de manera que fueran relevantes para la comprensión del contexto de quienes serían los usuarios de las aplicaciones y la definición de los requisitos funcionales que debe poseer la tecnología implementada a partir de su uso [4]. El marco de intervención colaborativa interdisciplinar FRIDA puede observarse en la Figura 1.

Es así como podemos decir que el diseñar tecnología accesible significa garantizar que los artefactos, y toda su funcionalidad, estén disponibles para una gama amplia de usuarios,

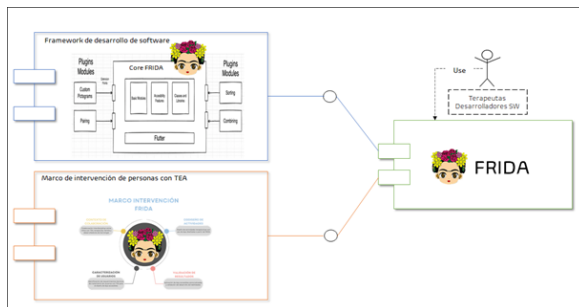
¹ Framework for development of accessible software and social Intelligence skills for people with Autism Spectrum Disorder.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



incluidos aquellos con discapacidades (conocido esto como "Diseño Universal"). Por ello, más allá de la elección de una arquitectura para el diseño del software se debe pensar en los tipos de tecnología de asistencia requerida y en las características de accesibilidad que debe tenerse en cuenta para su implementación.

Figura 1. Framework de desarrollo de tecnología de asistencia FRIDA



III. CONCLUSIONES

El diseño de tecnología de asistencia para personas con NEE, especialmente software accesible se facilita con la existencia de un marco de recomendaciones para la identificación de los requerimientos de los usuarios, que en nuestro caso estuvo basado en el método de investigación de usuarios de Design Thinking, al permitir la colaboración natural y disciplinar de los profesionales encargados de los procesos terapéuticos de las personas con TEA y su posterior aporte al diseño de aplicaciones de software realizado por desarrolladores de tecnología.

La interacción colaborativa interdisciplinaria entre terapeutas y desarrolladores de tecnología de asistencia permite mejores resultados en cuanto al diseño tecnológico accesible como en los resultados terapéuticos, al ser estos productos de una completa y detallada caracterización de usuarios que conlleve al diseño a la medida de los requerimientos de cada usuario en particular. La experiencia generada, permite plantear una línea de interés investigativa que sea impulsada desde la actividad propia de la Maestría en Diseño de Experiencia de Usuario (UX) a partir de las actividades prácticas de cursos y de los trabajos de fin de Maestría que se han venido formulando recientemente, donde se espera obtener resultados de impacto no solo disciplinar sino también social y con alto interés dentro y fuera de nuestro País.

REFERENCIAS

- [1] M. G. Calle Marquez, «Incidencia de la inteligencia emocional en el proceso de aprendizaje - NOVA,» Ciencias Biomédicas, p. 112, 2011.
- [2] M. C. Doval y C. Fustiñana, «La Importancia de la Inteligencia Emocional en el aula,» Revista de Educación, pp. 97-116, 2003.
- [3] G. E. Constain M., C. Collazos, S. Bautista Blasco y F. Moreira, «Marco de referencia para el diseño de software accesible como apoyo a usuarios con



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

- autismo. Una propuesta orientada desde la IHC,» 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), pp. 1-5, 2022.
- [4] G. E. Constain M., «Framework para el diseño de software inclusivo que apoye el logro de habilidades sociales en niños con autismo,» Universidad del Cauca, Popayán, 2023.
- [5] J. L. Martínez, F. J. B. Pagán, S. A. García y M. C. C. Máiquez, «Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA),» Revista Fuentes, p. 193–208, 2013.
- [6] S. Bölte, S. Feineis-Matthews, S. Leber, T. Dierks, D. Hubl y F. Poustka, «The development and evaluation of a computer-based program to test and to teach the recognition of facial affect,» 2002.



ELABORACIÓN, CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE UN FERMENTADO PARA LA PRODUCCIÓN DE UN DESTILADO DE ÑAME CRIOLLO

ELABORATION, PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF A FERMENTED WORTH FOR THE PRODUCTION OF A NATIVE YAM DISTILLATE

Mason, Marco^{1*}, Sanchez Bernal, Clara Isabel¹, Mendoza Combat, Juan Camilo¹,
Cuenca Quicazan, Martha Maria²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Calle 14 Sur 14 23, Bogotá,
Colombia

²Universidad de Cartagena, Av. del Consulado Calle 30 No 48B-152, Cartagena de
indias, Colombia

*marco.mason@unad.edu.co

Resumen - El ñame es actualmente un tubérculo emblemático de la Región Caribe Colombiana. Su cultivo y consumo están ligados a la llegada de los esclavos a la Costa Caribe. El 90% de la producción nacional proviene de la Región Caribe de Colombia. Sin embargo, su alta perecibilidad, las altas temperaturas, la falta de vías de comunicación y los altos costos de transporte, aumentan las pérdidas y limitan la rentabilidad del producto.

El objetivo de este artículo es mostrar una alternativa al uso del ñame como materia prima que puede ser fermentado y destilado para la obtención de una bebida alcohólica. En este caso, se hidrolizó harina de ñame cruda, producida por un grupo de mujeres de la Asociación Gastronómica del Ñame Afro de San Cayetano (Bolívar) para obtener un mosto, fermentado a 23°C con 3 levaduras comerciales (*Saccharomyces cerevisiae*). Después de la fermentación, se realizó una destilación discontinua simple en un destilador de cobre. Durante el proceso, se midió temperatura, tiempo de fermentación, pH, sólidos totales, etanol, azúcares reductores, acidez total y volátil. Se concluye que una bebida alcohólica a base de ñame puede ser una alternativa a la sobreproducción de ñame que puede ser una válida alternativa para tener un producto de mayor valor agregado que pueda ser una fuente de mayores ingresos para la comunidad campesina.

Palabras clave— ñame, *Dioscorea bulbifera*, *Saccharomyces cerevisiae*, Montes de maría, comunidades campesinas

Abstract - The yam is currently an emblematic tuber of the Colombian Caribbean Region. Its cultivation and consumption linked to the arrival of slaves on the



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Caribbean Coast. 90% of national production comes from the Caribbean Region. However, the high perishability of the yam, the elevated temperatures, the lack of communication routes and the high transportation costs, increase the losses and limit the profitability of the product.

The objective of this article is to show preliminary results on the use of yam as a raw material in an alternative way that could contribute to increasing the value of yam through the development of a distillation process. In this case, raw yam flour, produced by a group of women from the Afro Yam Gastronomic Association of San Cayetano (Bolívar) was hydrolysed to obtain a must, fermented at 23°C with 3 commercial *Saccharomyces cerevisiae* yeasts. After fermentation, a simple batch distillation was carried out in a copper still. During the process, temperature, fermentation time, pH, total solids, ethanol, reducing sugars, total and volatile acidity were measured. It was concluded that a yam-based alcoholic beverage can be an alternative to the overproduction of yams that can be a valid alternative to have a product with higher added value that can be a source of higher income for the peasant community.

Keywords— yam, *Dioscorea bulbifera*, *Saccharomyces cerevisiae*, Montes de Maria, peasant communities

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la harina de ñame

La harina de ñame fue obtenida por los productores mediante el secado al sol y la molienda del tubérculo seco.

La humedad se determinó por el método de secado en horno (Método AOAC 930.15, 2000), la muestra se colocó en el horno durante 2,5 horas a 105 °C ± 2 °C y luego se enfrió en el desecador durante 30 min y luego se pesó en una balanza con una precisión de 0,1 mg. El Método AOAC 955.04 para la determinación de proteína total en la harina de ñame. [1] Se utilizó el método Soxhlet (Método AOAC 920.39C para grasa de cereales) para la determinación de la grasa total en la harina de ñame. [1]

La fibra dietética total (Método AOAC 991.43a) se puede calcular como la suma de la fibra dietética soluble e insoluble. [1] El contenido de cenizas se determinó por gravimetría después de la calcinación en mufla a 600 °C. [1]

Se utilizó el refractómetro para determinar el contenido de sólidos solubles de forma rápida y precisa (Método AOAC 9.32.14C, para sólidos en jarabes). [1] y el método de Miller (DNS) [2] para la determinación de los azúcares reductores y se determinaron terminada la hidrólisis enzimática y al final de la fermentación.

Se utilizó el método de la titulación con NaOH 0.1 M hasta pH 8.4 para la acidez total y volátil [3].

Hidrólisis enzimática

La harina de ñame se compró a la asociación gastronómica afro-ñame



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

de San Cayetano (Bolívar, Colombia), que es un grupo de mujeres productoras de harina de ñame y yuca. Se utilizó agua corriente directamente del acueducto de Cartagena de Indias, Colombia. Se usaron alfa-amilasa termoestable y glucoamilasa de LD Carlson Company (Kent, OH) para realizar la hidrólisis del almidón. La alfa-amilasa es una enzima en polvo termoestable utilizada para la hidrólisis del almidón de ñame de cadena larga en dextrina, se utilizaron 5,4 g por 3,5 L de mezcla de harina de ñame (al 15%) y agua, se dejó 1 hora a 95°C.

La glucoamilasa es una enzima utilizada para la hidrólisis de dextrina de cadena corta en azúcares fermentables. Se utilizaron 3,6 g por 3,5 L, se dejó 1 hora a 60°C.

Fermentación

Para iniciar la fermentación, se activaron 0,13 g de levadura Red Star Premier Classique (PC) y Blanc (PB) y 0,80 g de levadura SafBrew HA-18 (HA) (Fermentis by Lesaffre) en un pequeño volumen del mosto 0,5 L, y luego se añadió al contenedor de fermentación. Se añadieron 0,63 g de Springferm (Fermentis Lesaffre, Marcq-en-Baroeul Cedex, Francia) y 0,63 g de fosfato diamonio como fuente de proteína para la levadura. Se utilizaron las levaduras comerciales: Red Star Premier Classique, Red Star Premier Blanc en dosis de 1 g/gal, SafBrew HA-18 (Fermentis Lesaffre, Marcq-en-Baroeul Cedex, Francia) en dosis de 1,6 g/l. La fermentación se realizó durante 7 días a 23 °C.

Destilación

Se realizó una destilación simple con destilador de cobre de 5 L de volumen (Maritas Stills, S.L. Palmeira, Ribeira - A Coruña, Spain)

Contenido de etanol

Se utilizó alcoholímetro para estimar el contenido de alcohol de las bebidas alcohólicas. El alcoholímetro está calibrado a prueba de 20°C para determinar el porcentaje de alcohol en licores destilados (Método AOAC 957.03). [3]

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó la composición de la harina de ñame y los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Composición de la harina de ñame

Parámetro	Método	Resultado	Unidad
Humedad	Gravimétrico - Secado en horno a 105°C	12,9	g/100g
Sólidos totales	AOAC 925.10. Ed 21:2019 (Gravimétrico)	87,1	g/100g
Carbohidratos totales	AOAC 925.10. Ed 21:2019	81,8	g/100g



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



	(Gravimétrico)		
Proteína total	ISO 1871:2009 (Kjeldahl)	3,3	g/100g
Grasa total	(Soxhlet)	0,3	g/100g
Fibra total	(Hidrólisis ácida, alcalina y calcinación)	0,6	g/100g
Ceniza	(Gravimétrico - calcinación at 600°C)	1,7	g/100g

Los resultados de la medición de los grados Brix se muestran en la Figura 1 se puede ver como los sólidos totales incrementan por las acciones de los enzimas, se empieza de un valor de 14,3 °Bx y después de 1 h de haber agregado la alfa-amilasa (1-3) suben a 14,6 °Bx; se disminuye la temperatura a 60°C y se adiciona la glucoamilasa (4-6); y después de 1 h, los grados Brix llegan a 16,6 °Bx. Antes de iniciar la fermentación, se agrega una fuente de nitrógeno comercial (datos 7 a 17). Dicha fuente de nitrógeno se denomina Springferm, la cual consta de nitrógeno orgánico con vitaminas y minerales y fosfato diamónico, nitrógeno inorgánico. Se emplea la dosis recomendada por el fabricante (20 g/l); esto se lleva a cabo debido a que el ñame no contiene muchas

proteínas que puedan ser utilizadas por la levadura durante el proceso de fermentación. Debido a esto, la cantidad inicial de los sólidos totales es un poco superior: 17,7°Bx, para la levadura Premier Classique, 17,3°Bx para la levadura Premier Blanc y 17,9°Bx para la levadura SafBrew HA-18 respectivamente. La fermentación fue desarrollada a temperatura de 23 °C por 7 días. En la Figura 1 se puede ver cómo los grados Brix descienden de manera diferente. La levadura PC presenta un descenso uniforme durante todo el tiempo de la fermentación hasta llegar después de 7 días a un valor de 5,7°Bx. Los Brix con la levadura PB bajan de forma lineal en el primer día y medio después tiene una zona donde se permanecen estables hasta al día 3 y después bajan rápidamente hasta llegar después de 7 días a 4,5°Bx. Los grados Brix con la levadura HA bajan de forma lineal en el primer día y medio después tiene una zona donde se quedan estable hasta al día 3, probablemente por la acción de la glucoamilasa que está combinada con esta levadura; esta encima probablemente sigue actuando, y contribuye al incremento de los Brix, los cuales posteriormente disminuyen rápidamente hasta llegar después de 7 días a 5,8°Bx. Entre el día 5 (13) y 6 (14) hay un decremento muy rápido de los grados Brix, probablemente porque se produjeron azúcares simples por la acción enzimática.

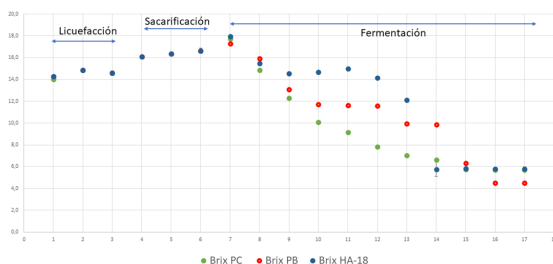


Figura 1. Seguimiento de los grados Brix durante el proceso de licuefacción (1 -3), Sacarificación (4 - 6) y fermentación (7 -17)

El pH fue monitoreado también, como los sólidos totales, en todas las fases del proceso y de la Figura 2 se observa que el pH va aumentando de 5,2 a 6,0 durante el tiempo de acción de la alfa-amilasa (1-3). Después se mantiene constante a este valor hasta que empieza la fermentación, pero después de 12 h el valor del pH baja a 5,2 para la levadura Premier classique, 5,4 para la levadura Premier Blanc y a 5,1 para la levadura SafBrew HA-18. Para la levadura Premier classique el pH se mantiene más o menos constante en torno a valores de 4,9 - 5 por todo el proceso sólo en los últimos dos días baja hasta llegar a un valor de 4,2. Para la levadura Premier blanc el pH se mantiene más o menos constante entorno a valores de 5,1-5,2 por todo el proceso sólo en los últimos dos días baja hasta llegar a un valor de 4,6 y lo mismo pasa con la levadura SafBrew HA-18 hasta llegar a un valor de 4,8.

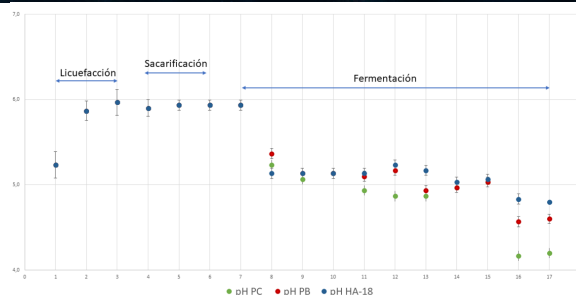


Figura 2. Seguimiento del pH durante el proceso de licuefacción (1 -3), Sacarificación (4 - 6) y fermentación (7 -17)

El monitoreo de los grados brix durante el proceso de hidrólisis y fermentación es un método simple que nos puede dar el consumo de azúcares fermentescibles a través de la determinación de °Brix de cada una de las muestras tomadas durante el proceso de fermentación con diferentes levaduras comerciales [1]. El monitoreo del pH es también una medición simple para verificar que las hidrólisis enzimáticas y la fermentación se hagan en las condiciones óptimas [4] [5] y que no se instauran fermentaciones no deseadas como la fermentación acética.

Se utiliza el método de los azúcares reductores (DNS) [2], los cuales poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) del carbono anomérico intacto [1], el cual puede ser aldehído o cetona, como la glucosa y la maltosa, los cuales son azúcares que derivan de la hidrólisis del almidón y pueden ser fermentados por las levaduras. Los resultados obtenidos con este método fueron de $3,2 \pm 0,04$ g/L por



el mosto hidrolizado, antes de iniciar la fermentación, $0,55 \pm 0,05$ g/L para la levadura PC, $0,65 \pm 0,02$ g/L para la levadura PB y $0,3 \pm 0,04$ g/L por la levadura HA.

La acidez total [3] fue de $0,075 \pm 0,05$ g/L para el mosto hidrolizados, antes de iniciar la fermentación, $0,9 \pm 0,1$ g/L para la levadura Premier classique, $0,675 \pm 0,1$ g/L para la levadura Premier blanc y $2,2 \pm 0,4$ g/L para la levadura SafBrew HA-18. Estos valores son muy inferiores a los valores de referencia de la NTC 708, 2000, de las bebidas alcohólicas tipo vino, expresados en g de ácido tartárico/L.

La acidez volátil [3] fue de $0,66 \pm 0,2$ g/L para la levadura PC, $0,45 \pm 0,3$ g/L para la levadura PB y $1,23 \pm 0,4$ g/L para la levadura HA. Estos valores son inferiores, solo la levadura HA está al límite (1,2 g/L) con el valor de referencia de la NTC 708, 2000, de las bebidas alcohólicas tipo vino, expresados en g de ácido acético/L.

El contenido de alcohol [3] fue de 11% v/v por la levadura PC, 12% v/v por la levadura PB y 10% v/v por la levadura HA.

Los resultados obtenidos hasta ahora son prometedores para que se pueda desarrollar un proceso estandarizado para la hidrólisis, fermentación y destilación de una bebida alcohólica a base de ñame.

III. CONCLUSIONES

Se demostró como el ñame puede ser usado como sustrato para la

obtención de bebidas fermentadas y sucesivamente que pueden ser destiladas para la producción de bebidas alcohólicas que puedan tener un mayor valor agregado y puedan tener un precio de venta mayor respecto al precio del producto sin procesar. Se desarrolló una metodología para la hidrólisis enzimática del almidón y se probaron 3 diferentes levaduras comerciales que han demostrado tener diferentes velocidades de fermentaciones.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD para la financiación de este proyecto (PG2602 ECBTI 2022) de la convocatoria n°10 de 2021.

REFERENCIAS

- [1] S. S. Nielsen, *Food Analysis*, Fourth edi. 2007. doi: 10.1002/9780470723791.ch23.
- [2] G. L. Miller, "Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar," *Anal. Chem.*, vol. 31, no. 3, pp. 426-428, 1959, doi: 10.1021/ac60147a030.
- [3] M. QUICAZÁN; CUENCA, MARTHA; BLANCO PAZ, AMAURY, *Producción de hidromiel en el contexto de la apicultura en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, 2019.
- [4] A. J. Buglass, *Handbook of Alcoholic Beverages: Technical, Analytical and*

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

- Nutritional Aspects*, vol. 1–2.
2010. doi:
10.1002/9780470976524.
[5] G. M. Walker and G. G.
Stewart, "Saccharomyces

cerevisiae in the production of
fermented beverages,"
Beverages, vol. 2, no. 4, pp. 1–
12, 2016, doi:
10.3390/beverages2040030.



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BIOMATERIALES EN LA BIORREMEDIACIÓN DE CONTAMINANTES AMBIENTALES

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIOMATERIALS IN THE BIOREMEDIATION OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS

Sergio Acevedo ^{1,2*}, Liliana Giraldo², Juan C. Moreno-Piraján³

¹Escuela de Ciencias Básicas, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Calle 5 # 1-08. Sogamoso. Colombia

²Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Cra 30 No 45-03. Bogotá D.C. Colombia

³Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universidad de los Andes. Cra. 1ª No. 18A-10. Bogotá D.C. Colombia. [*sergio.acevedo@unad.edu.co](mailto:sergio.acevedo@unad.edu.co)

Resumen –Existen varios subproductos considerados residuos industriales que hoy en día no se les ha dado un valor agregado en pro de mitigar los efectos causados por la contaminación de los GEI por ello la importancia de trabajar en la preparación de materiales que ayuden al proceso de adsorción de estos contaminantes a partir de esta biomasa categorizada como residuos. En específico en este estudio se sintetizaron y caracterizaron biorchars a partir del Cuesco de Palma Africana, este residuo agroindustrial se genera en grandes cantidades en Colombia dado que se encuentra dentro de los primeros países productores de este fruto; este subproducto se genera del procesamiento de este fruto en la obtención del aceite de palma, este se usó como precursor lignocelulósico en la preparación de sólidos carbonosos acompañado de un proceso de impregnación química. Los sólidos adsorbentes obtenidos se caracterizaron textural y fisicoquímicamente. Como ensayo principal de este estudio se determinó la capacidad de adsorción de CO₂ a 273 K, este adsorbato fue tenido en cuenta en esta investigación dado que es un gas de efecto invernadero con alto impacto sobre el calentamiento global y su estudio ha tomado gran importancia no solo a nivel científico sino también a nivel político. Esta investigación evidencia que los sólidos preparados favorecen la formación de una red porosa y una afinidad adecuada de las moléculas del adsorbato hacia el interior del material con futura utilidad del proceso de poscombustión en la industria y fuentes generadoras de CO₂

Palabras clave— Descontaminación, adsorbentes, capacidad de adsorción, CO₂.



Abstract - There are several by-products considered industrial waste that today have not been given added value in favor of mitigating the effects caused by GEI pollution, therefore the importance of working on the preparation of materials that help the adsorption process of these contaminants from these biomas categorized as waste. Specifically, in this study, biorchars were synthesized and characterized from the African Palm Shell, this agro-industrial residue is generated in large quantities in Colombia since it is among the first producing countries of this fruit; This by-product is generated from the processing of this fruit to obtain palm oil, it was used as a lignocellulosic precursor in the preparation of carbonaceous solids accompanied by a chemical impregnation process. The adsorbent solids obtained were characterized texturally and physicochemically. As the main test of this study, the adsorption capacity of CO₂ at 273 K was determined. This adsorbate was taken into account in this investigation since it is a greenhouse gas with a high impact on global warming and its study. It has taken on great importance not only at the scientific level but also at the political level. This research shows that the solids prepared favor the formation of a porous network and an adequate affinity of the adsorbate molecules inside the material with future utility of post-combustion process in the industry and CO₂ generating sources.

Keywords— Decontamination, adsorbents, adsorption capacity, CO₂

1. METODOLOGÍA

Preparación de Materiales adsorbentes

Las cáscaras de palma africana se tratan previamente mediante lavado y secado con el fin de obtener materiales granulares. La impregnación química se realizó con soluciones de sales metálicas de cobre y hierro a diferentes valores en las concentraciones (% p/v), la relación entre el material precursor y la solución del agente fue de (2:1). Se llevó a secado 85°C durante 2 días. Los sólidos impregnados se activaron a 1073 K en atmósferas de N₂. Al final del tratamiento térmico, se lavó con una solución de HCl diluido y posteriormente con agua

destilada a 50° la neutralidad. Al final de este proceso se llevó a secado el material y se almaceno el material adsorbente en nitrógeno Finalmente, el sólido se secó y almacenó bajo N₂.

Caracterización

Análisis Elemental

Este análisis se determinó tomando 0,05 g del sólido adsorbente, posteriormente se usó O₂ con una alta pureza para el proceso de la combustión de los materiales. Durante el proceso redox los sólidos se transforman al estado gaseoso de los elementos a través del cobre; van directamente al detector térmico, quien determina la cuantificación del elemento.



Isotermas de adsorción N_2 y CO_2

La caracterización de los biochars obtenidos se obtuvieron de los datos registrados de las isotermas de adsorción. Para determinar la superficie se tuvo en cuenta el modelo BET [1]. El volumen de microporos y microporosidad estrecha se determina según el modelo de (DR), mientras que el volumen de mesoporos está determinado por la diferencia entre el volumen total – el volumen de microporosidad [2,3]. Las isotermas de adsorción de dióxido de carbono se realizaron a baja presión y una temperatura de 273 K, y el V_n de la microporosidad (diámetro de poro $<0,7$ nm).

SEM – EDX

La microscopía combinada con espectroscopía nos permite observar la morfología de la superficie de los materiales mediante SEM y cuantificar la composición elemental de los sólidos mediante EDX. Esta prueba fue diseñada con un rango de aumento de 500-1000X [4].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 muestra los resultados de la fisisorción de N_2 de los biochars obtenidos en este estudio. Para la preparación de estos materiales de se obtienen sólidos micro-mesoporosos, según la clasificación IUPAC [5-6], las isotermas obtenidas corresponden al

tipo II mostrando tipo de poros combinados tipo ranura/ cilíndrico evidenciados con ciclos de histéresis-H4 casi horizontal. Estos cambios se deben a la condensación que ocurre en las paredes de los poros que tienen tamaños >2 nm ubicadas. Utilizando este enfoque, se observó que se obtenían sólidos adsorbentes con una gran superficie y porosidad suficiente para el proceso de adsorción en sitios activos microporosos.

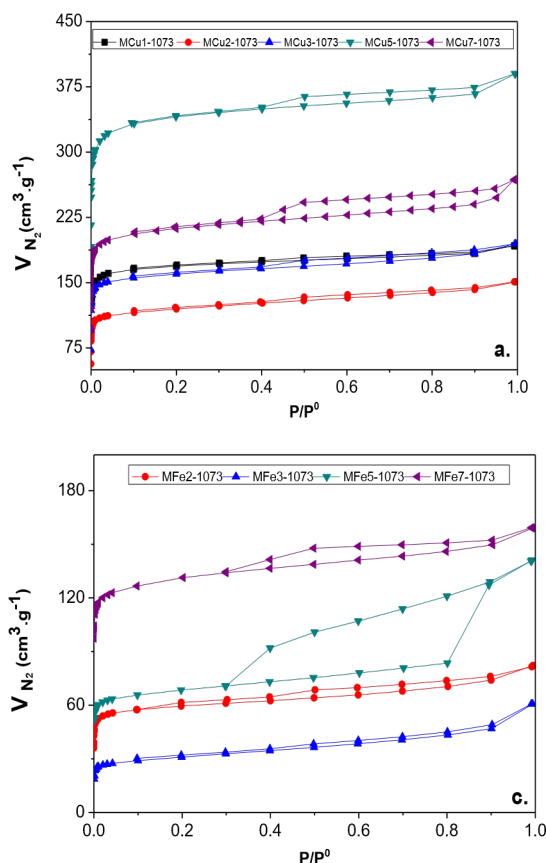


Figura. Isotermas de nitrógeno de los biochars

Los SEM realizados a los biochars se realizaron mediante combinación

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



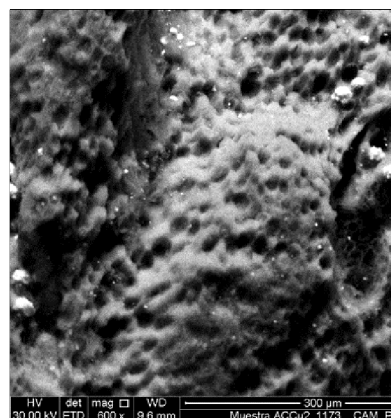
con la técnica EDX, lo que permite cuantificar la composición elemental del sólido adsorbente preparado en esta investigación, el cual presenta altas propiedades texturales en comparación con la muestra original sin ningún tratamiento. La Figura 2 se observa la morfología de las superficies de dos adsorbentes impregnados con 5% Cu y 7% Fe. La superficie estructural muestra sinuosidades con uniformidad y rugosidad con espacios de 20-40 μm [6].

El análisis de sólidos porosos confirmó que el uso de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ y $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ promueve la formación de redes porosas, lo cual es visible en el material y se correlaciona con el análisis las isotermas de adsorción de N_2 . También se muestra la formación de poros en el material resultante, logrando así el objetivo de este estudio, es importante de recalcar este análisis de regiones características del sólido se realizó solo en una sección del mismo, lo que nos ayuda a demostrar los aspectos morfológicos del material sintetizado.

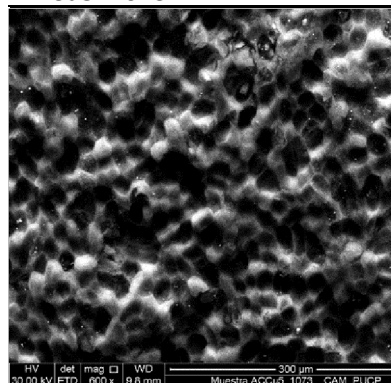
III.CONCLUSIONES

Se obtuvieron materiales adsorbentes con cambios en parámetros texturales, con un área BET de 20-1500 m^2g^{-1} y V_t de poros entre 0,100,65 cm^3g^{-1} . Con los parámetros de impregnación más altos: Cu5 y Fe7, este tipo de formación de poros es adecuado para la adsorción de CO_2 , presentando poros del orden de 2-50 nm.

Los biochars obtenido en este estudio es importante por sus adecuadas propiedades y capacidad de adsorción para aplicaciones industriales en procesos de postcombustión que capturen y almacenen este gas de efecto invernadero. El uso de residuos como biomasa en la producción de materiales de tipo adsorbente es útil, ya que ayuda simultáneamente a resolver varios problemas ambientales necesarios en el sector industrial moderno.



MCu5-1073



MFe7-1073

Figura 2. SEM adsorbentes obtenidos



La utilización de residuos como biomasa en la producción de materiales tipo adsorbentes son de utilidad ya que a la vez ayudan a dar solución a varias problemáticas ambientales que hoy en día en la parte industrial se hace necesario.

AGRADECIMIENTOS

“A los investigadores e instituciones filiales que hicieron posible llevar este tipo de temática de biorremediación a partir de materiales preparados de residuos agroindustriales al plano investigativo, innovación y transformación de las diferentes tecnologías usadas hoy en día”

REFERENCIAS

[1]. S. Brunauer, P.H. Emmet, E. Teller, Adsorption of gases in multimolecular layers. *J. Am. Chem. Soc.* 60, 309–319, 1938. DOI: <https://doi.org/10.1021/ja01269a023> [2]. J. B. Condon, Measuring the Physisorption Isotherm. En: Surface Area and porosity. Determination by Physisorption. Elsevier, 2006, pp. 29-44.

[3]. J. Garrido, A. Linares-Solano, J. M. Martín-Martínez, M. Molina-Sabio, F. Rodríguez-Reinoso, R. Torregrosa, Use of N₂ vs. CO₂ in the Characterization of Activated Carbons. *Langmuir*. 3, 76-81, 1987. [4]. O.W. Achaw, A Study of the Porosity of Activated Carbons Using the Scanning Electron Microscope. En: *Scanning Electron Microscopy*. Rijeka, Croatia. Intech 2012, pp. 473–490 [5]. M. Thommes, V. Katsumi Kaneko, A. Neimark, P. Olivier James, F. Rodríguez-Reinoso, J. Rouquerol, S.W. Kenneth Sing, Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). *Pure Appl. Chem.* 2015. [6]. Acevedo, S., Giraldo, L., & Moreno-Piraján, J. C. Materiales carbonosos preparados a partir de hueso de palma en la adsorción de CO₂. Caracterización elemental, próxima y morfológica. *Revista Colombiana de Química*, 50(2),30-39. (2021). <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v50n2.95020>



FOODTECH, LAS TECNOLOGÍAS CONVERGENTES QUE DEFINEN LA FRONTERA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

FOODTECH, CONVERGING TECHNOLOGIES DEFINING THE INDUSTRY FRONTIER.

Montes Pineda, Juan Camilo^{1*}, Vesga Fajardo, Rafael Augusto² y Barrios Melo, Jesús David³

¹Universidad de los Andes, PhD(C) Gestión de la Innovación Tecnológica, j.montesp@uniandes.edu.co, Bogotá, Colombia. ²Universidad de los Andes, Profesor e investigador de la Facultad de Administración Bogotá, Colombia. ³Universidad de los Andes, Estudiante Ingeniería de Sistemas, Bogotá, Colombia.

*correo electrónico del autor de correspondencia.

Resumen:

Este documento constituye una revisión bibliográfica, conceptual y sectorial que actúa como guía para la implementación de tecnologías convergentes en la cadena de valor de la industria de alimentos. Define un alcance para "FoodTech" a partir de las tecnologías convergentes aplicadas en el sector, y propone una cadena de valor para la Industria de Alimentos compuesta por los procesos de conceptualización, transformación, comercialización, disfrute, vigilancia y producción de materias primas, donde se identifica cuáles tecnologías convergentes inciden en esta cadena. A través del análisis de diversas fuentes, se evalúa la aplicación de tecnologías como la Analítica, BigData, Biotecnología, BlockChain, Impresión 3D, Inteligencia artificial, IoT, Materiales avanzados, Nanotecnología, Nutraceutica, Robótica y Sensórica en la industria de alimentos.

El documento también resalta la importancia de la sostenibilidad en esta industria y cómo las tecnologías convergentes pueden contribuir a mejorarla. Se mencionan estudios que demuestran el impacto positivo de tecnologías como la nanotecnología, la inteligencia artificial y los sensores en la sostenibilidad de la industria. Sin embargo, se enfatiza la necesidad de una evaluación exhaustiva antes de adoptar cualquier tecnología, considerando aspectos de inversión y requerimientos de apropiación.

En resumen, el documento ofrece una visión general de cómo las tecnologías convergentes están transformando la industria de alimentos y cómo se pueden tomar decisiones adecuadas en su gestión. Constituye una herramienta valiosa para aquellos interesados en la aplicación de tecnologías convergentes en la industria de alimentos, brindando información esencial sobre el concepto de FoodTech y su relevancia en la cadena de valor de esta industria.



Palabras clave— Cadena de Valor, Industria 4.0, Industria de Alimentos, Tecnologías convergentes, Sostenibilidad.

Abstract:

This document constitutes a bibliographic, conceptual, and sectoral review that serves as a guide for the implementation of convergent technologies in the food industry value chain. It defines a scope for 'FoodTech' based on convergent technologies applied in the sector and proposes a value chain for the Food Industry composed of the processes of conceptualization, transformation, marketing, enjoyment, surveillance, and raw material production, identifying which convergent technologies impact this chain. Through the analysis of various sources, the application of technologies such as Analytics, Big Data, Biotechnology, Blockchain, 3D Printing, Artificial Intelligence, IoT, Advanced Materials, Nanotechnology, Nutraceuticals, Robotics, and Sensory technologies in the food industry is evaluated.

The document also emphasizes the importance of sustainability in this industry and how convergent technologies can contribute to its improvement. Studies demonstrating the positive impact of technologies such as nanotechnology, artificial intelligence, and sensors on industry sustainability are mentioned. However, the need for a thorough evaluation before adopting any technology is emphasized, considering investment aspects and appropriation requirements.

In summary, the document provides an overview of how convergent technologies are transforming the food industry and how appropriate decisions can be made in its management. It constitutes a valuable tool for those interested in the application of convergent technologies in the food industry, providing essential information about the concept of FoodTech and its relevance in the value chain of this industry.

Keywords— Value Chain, Industry 4.0, Food Industry, Convergent Technologies, Sustainability.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de definir el alcance de Foodtech y evaluar el impacto de las tecnologías emergentes en la industria de alimentos, se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica enfocada en las definiciones y los alcances de la tecnología, además de la revisión de trabajos relacionados con la vigilancia tecnológica. El objetivo central de esta revisión fue establecer con claridad el alcance de Foodtech y evaluar cómo las tecnologías emergentes influyen en la industria de alimentos.

Para establecer un contexto claro y preciso, la metodología empleada en este estudio se basa en una investigación detallada de diversas definiciones de tecnología. A partir de estas definiciones, se identificaron los alcances y dimensiones clave de la tecnología en relación con la industria alimentaria.

La revisión bibliográfica se realizó mediante una búsqueda sistemática en bases de datos académicas y recursos en línea. Se utilizaron ecuaciones de búsqueda que incluyeron términos clave relacionados con Foodtech,



tecnologías emergentes y la industria de alimentos. Se consideraron diversas fuentes para la recopilación de información, incluyendo artículos científicos, informes técnicos, publicaciones especializadas y documentos de referencia. Esta variedad de fuentes garantizó una visión integral y equilibrada de los temas relacionados con Foodtech y las tecnologías emergentes en la industria de alimentos.

Los documentos seleccionados se sometieron a un análisis crítico y detallado. Se extrajeron los datos y resultados relevantes, y se sintetizaron de manera coherente para desarrollar una comprensión completa de los temas investigados. Este enfoque metodológico permitió la identificación de patrones, tendencias y hallazgos significativos. La metodología de revisión bibliográfica empleada en este estudio proporcionó una base sólida y fundamentada para el análisis y la discusión de las tecnologías convergentes en la cadena de valor de la industria de alimentos.

En el proceso de análisis crítico de los documentos seleccionados, se destacó la importancia de comprender la amplitud y diversidad de enfoques y perspectivas en relación con las tecnologías convergentes en la industria de alimentos. Esta diversidad refleja la complejidad inherente de Foodtech y su impacto en la cadena de valor alimentaria. En efecto, a medida que se avanza en la exploración de las definiciones y alcances de la tecnología, se hace evidente que la convergencia tecnológica es un fenómeno multidimensional que abarca no solo avances técnicos, sino también aspectos económicos, sociales y ambientales. Esta perspectiva enriquecedora permitió una evaluación

más completa y matizada de las tecnologías emergentes y su influencia en la industria de alimentos.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

II.I. De la tecnología clásica a las tecnologías emergentes: definiciones y alcances

Según Aunger [1], la tecnología es un concepto que genera confusión, ya que abarca alcances totalmente heterogéneos. Desde un cuerpo de conocimientos, la aplicación del conocimiento en algún dominio (como las artes o los oficios), la producción de artefactos (por ejemplo, en herramientas) o la evolución que se le da a los artefactos que se han heredado de generaciones anteriores. La adopción de tecnología en diversos dominios ha traído también la creación de diferentes términos para su clasificación.

Aunque a veces se usan como sinónimos algunos términos como: tecnologías emergentes (o nuevas tecnologías), tecnologías radicales, tecnologías 4.0 (o de la cuarta revolución industrial), tecnologías digitales, tecnologías disruptivas o tecnologías convergentes, es necesario aclarar los alcances para efectos de tomar decisiones adecuadas en la gestión de estas. Según Christensen [2] no se debe descuidar la forma como se etiquetan la innovación y la tecnología, ya que se puede terminar usando herramientas de gestión equivocadas para cada contexto.

Hoy, por ejemplo, contar con herramientas tecnológicas para hacer gestión de clientes (CRM por sus siglas en inglés), o usar hojas de cálculo en la 4



nube para calcular los nutrientes de un alimento, si bien aumentan la productividad en comparación con aquellos que no las utilizan, no deben considerarse una innovación disruptiva. Por su parte, el uso de inteligencia artificial y sensorica para establecer formulaciones que respondan a las necesidades nutricionales de los consumidores, son, sin duda, tecnologías convergentes que mueven la frontera tecnológica en la actualidad. Es de anotar, que la palabra "disruptivo" se suele usar al hacer referencia a nuevas tecnologías, cuando realmente se es disruptivo al implementar transformaciones en los modelos de negocio y los sistemas de valor asociados.

Rotolo, Hicks y Martin [3], quienes en el artículo altamente citado "¿Qué es una tecnología emergente?" revisaron el termino desde dominios como el científico, las políticas públicas, la administración y gerencia y la evolución económica. Concluyen que una **tecnología emergente** es aquella que: crece relativamente rápido y es radicalmente novedosa (aunque se caracteriza por cierto grado de coherencia con las tecnologías madres), que persiste en el tiempo y tiene el potencial de impactar considerablemente los dominios socio económicos.

Para Klaus Schwab [4], Cofundador y presidente del Foro Económico Mundial, nos encontramos en medio de la cuarta revolución industrial que, soportada en tecnologías, está generando cambios profundos en todas las industrias. **Las tecnologías 4.0** son aquellas que propician esta revolución al fusionar los mundos físicos, digitales y biológicos, que al llegar a un punto de inflexión en su

desarrollo permiten la operación de nuevos modelos de negocio, la irrupción de nuevos agentes y la remodelación de los sistemas de producción, consumo y entrega. Son ejemplos de estas tecnologías la inteligencia artificial (IA), la robótica, el internet de las cosas (IoT), los vehículos autónomos, la impresión 3D, la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales, el almacenamiento de energía y la computación cuántica.

Para Bower y Christensen [5] la **tecnología disruptiva** es aquella que emerge desde la periferia (con pocos clientes o clientes diferenciados, ya que los clientes tradicionales no ven directamente el nuevo valor), que inclusive puede tardar mucho tiempo en crecer, pero que cuando establecen sus prácticas llegan a ser masivos por ser el estándar. Generalmente los nuevos jugadores lo hacen creando modelos de negocio con estrategias disruptivas diferentes al de las empresas establecidas que encuentran dificultades para defender su participación en el mercado. Un ejemplo claro es Netflix en el negocio de las películas o Sony cuando creo los radios portátiles.

Las **tecnologías incrementales**, o tecnologías de sostenimiento ("sustaining technologies") como las denominan Bower y Christensen [5], son aquellas que dan a los clientes algo más o mejor en los atributos que ya conocen y valoran. Por ejemplo, una mejor resolución en el televisor o una hoja adicional en la máquina de afeitar.

Diamandis y Kotler [6], proponen que, a diferencia del pasado, cuando el desarrollo de una tecnología emergente cambiaba de forma independiente un 5



sector, ahora las **tecnologías convergentes** son aquellas donde los cambios ocurren con la aplicación de varias tecnologías de forma simultánea, creando una aceleración exponencial. Por ejemplo, el avance reciente de medicamentos se da no solo porque hay desarrollos, a tasas exponenciales, de la biotecnología, sino también porque se combina con el desarrollo convergente de la inteligencia artificial, la computación cuántica y otras tecnologías. Esta convergencia de tecnologías impulsa la frontera tecnológica hacia nuevos horizontes que deben ser revisados a lo largo de las cadenas de valor ya que ocurren a una velocidad sin precedentes.

Por lo tanto, las tecnologías pueden ser incrementales o emergentes y algunas ser tecnologías 4.0 cuando al ser tecnologías convergentes, apoyan la denominada "cuarta revolución industrial". Son tecnologías disruptivas, aquellas que, siendo incrementales o emergentes, crean modelos de negocio diferentes que desafían a los modelos de negocio establecidos.

Con el fin de evidenciar las tecnologías convergentes que impactan el sector, i) se establecieron las diferencias entre el alcance de cada definición de tecnología (ver Tabla 1), y ii) se analizó lo que ocurre en un contexto específico y cambiante, como es la cadena de valor de la industria de alimentos.

Tabla 1 - Denominaciones de la tecnología según alcances

Término	Alcance
Tecnologías emergentes	• Crece relativamente rápido. • Radicalmente novedosa. • Algún grado de coherencia con las tecnologías madres. • Persiste en el tiempo. • Potencial de impactar considerablemente los dominios socio económicos.
Tecnologías 4.0	• Fusiona los mundos físicos, digitales y biológicos. • Llega a un punto de inflexión en su desarrollo que detona la apropiación por mercados grandes y de mayor valor. • Permiten la operación de nuevos modelos de negocio, la irrupción de nuevos agentes y la remodelación de los sistemas de producción, consumo y entrega.
Tecnologías disruptivas	• Emerge desde la periferia (con pocos clientes o clientes diferenciados). • Los clientes tradicionales no ven directamente el nuevo valor. • Puede tardar mucho tiempo en crecer. • Establecen protocolos en sus procesos, que al ser los estándares llegan a ser masivos. • Transforma el modelo de negocio.
Tecnologías incrementales	• Dan a los clientes algo más o mejor en los atributos que ya conocen y valoran. • También denominadas tecnologías de sostenimiento ("sustaining technologies").
Tecnologías convergentes	• Crean una aceleración exponencial por la combinación de varias tecnologías de forma simultánea. • Impulsa la frontera tecnológica hacia nuevos horizontes a una velocidad sin precedentes.

Fuente: Elaboración propia a partir de Rotolo, Hicks y Martin [3]; Klaus



Schwab [4]; Bower y Christensen [5]; y Diamandis y Kotler [6].

Al analizar a Diamandis & Kotler [6] se puede concluir que la aplicación de Analítica, BigData, Biotecnología, BlockChain, Impresión 3D, Inteligencia artificial, Internet de las Cosas (IoT), Materiales avanzados, Nanotecnología, Nutracéutica, Robótica y Sensórica imponen un profundo reto para todos los participantes del ecosistema empresarial que produce alimentos.

Para la UNCTAD, que por sus siglas en inglés es la Conferencia de Naciones Unidas para el Comercio y Desarrollo, la frontera tecnológica es el conjunto de tecnologías emergentes que aprovechan la digitalización y la conectividad para combinarse y multiplicar sus impactos. En el informe más reciente de la conferencia, dirigido por Sirimanne [7], donde participaron varios autores, analizaron 11 tecnologías: inteligencia artificial (IA), Internet de las cosas (IoT), big data, blockchain, 5G, impresión 3D, robótica, drones, edición de genes, nanotecnología y energía solar fotovoltaica (Solar PV).

Algunas firmas de consultoría en Colombia han abordado la construcción de fronteras tecnológicas en sectores de la economía en Colombia para el cierre de brechas de innovación y tecnología [8]. Inclusive de forma reciente se ha realizado en categorías específicas de la industria como la cadena láctea [9] y la Economía Circular [10]. Estas publicaciones, que se han realizado con el apoyo de entidades públicas y privadas como Colciencias, Colombia Productiva y la ANDI evidencian la importancia del tema para el ecosistema empresarial colombiano.

Porter [11] indica que la cadena de valor representa el grupo de actividades que realizan las empresas para diseñar, producir, mercadear y soportar sus productos y Kaplinsk y Morris [12] indican que estas actividades se interrelacionan de manera bidireccional entre varios eslabones de la cadena. Por lo tanto, para comprender el impacto de las tecnologías convergentes en el sector de la industria de alimentos, se debe establecer primero la cadena de valor que la compone. Esta cadena de valor de la industria de alimentos es una compleja red de procesos que están relacionados entre sí.

En esta cadena se pueden diferenciar seis macroprocesos: i) Los exclusivos de los alimentos agrícolas, pecuarios y pesqueros, propios del sector primario en el campo; ii) Los de la conceptualización del alimento; iii) Los de la transformación, propios del sector secundario en la industria iv) los de la comercialización, propios del sector terciario; v) los del disfrute por parte de los consumidores; vi) los de inspección y vigilancia por parte del estado (ver Figura 1). Estos procesos y sus etapas cada vez están más interconectados en modelos de economía circular que soportados por tecnologías convergentes tienen el potencial de fortalecer y optimizar la sostenibilidad y funcionamiento de la cadena.

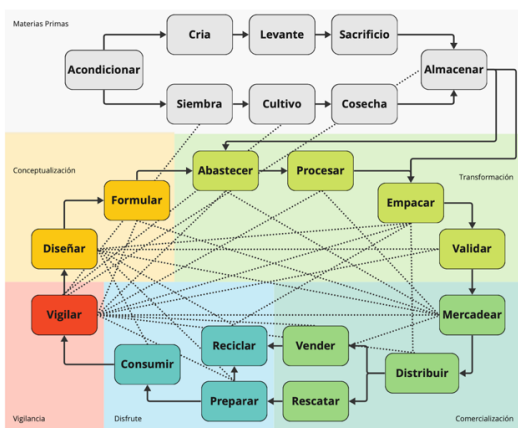
II.II. Las tecnologías convergentes inciden en toda la cadena de valor de la industria de alimentos.

La tecnología está transformando de manera significativa la forma como se desarrollan los sectores productivos 7



desde la perspectiva económica, ambiental y social. Bai, Dallasega, Orzesb y Sarkis [13] aplicando un método de decisión híbrido, evaluaron las tecnologías 4.0 en función del rendimiento y concluyeron que la tecnología móvil, la nanotecnología, la simulación y los drones generan un impacto positivo en la sostenibilidad de las industrias: i) automotriz, ii) electrónica, iii) alimentos y bebidas y iv) textil, confección y calzado. Recomendán que cada una se evalúe cuidadosamente, considerando las características de la inversión y requerimientos de apropiación.

Para poner a disposición de los consumidores un alimento procesado ofrecido por la industria, se debe desarrollar una cadena de valor que comienza con el diseño y formulación del alimento, pasando por el abastecimiento de las materias primas, la transformación y comercialización, para llegar a los hogares para su consumo.



Fuente: Elaboración propia a partir Kaplinsky & Morris (2000) y de Porter (1985).

Figura 1 - Cadena de Valor de la industria de alimentos

En la Figura 1, se pueden identificar como fluyen cada una de las etapas que conforman la cadena de valor y en la Tabla 2 las descripciones de cada etapa.

Tabla 2 - Etapas y alcances en la cadena de valor de los alimentos procesados por la industria.

Proceso	Etapas	Alcance
Conceptualización	Diseñar	Determinar el alcance requerido para el alimento. Se abordan temas como características nutricionales, sostenibilidad, propuesta sensorial, porción, indulgencia, personalización, forma, vida útil, tipo de empaque, entre otros.
	Formular	Establecer los ingredientes que componen el alimento, determinar los procesos de producción y las tecnologías que se han a emplear con base en los reglamentos técnicos vigentes.
Transformación	Abastecer	Acceder a las materias primas requeridas a precios competitivos.
	Procesar	Transformar los alimentos gracias a la ciencia y la tecnología de alimentos, garantizado la inocuidad y cumplimiento de la formula establecida.
	Empacar	Proteger el alimento mediante barreras físicas que garanticen la inocuidad, la vida útil y el cumplimiento la calidad, mediante el uso de envases y empaques.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

	Comercialización	Validar	Evaluar el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos, generalmente mediante pruebas de laboratorio y análisis internos y externos.	Vigilar	Vigilar	Inspeccionar por parte de las autoridades competentes el cumplimiento de requisitos técnicos y legales en todo el proceso.
		Mercadear	Dar a conocer ante los consumidores, las características nutricionales, sensoriales y de conveniencia del alimento.		Acondicionar	Preparar el lugar del cultivo, acondicionar la tierra, nutrir el suelo, entre otros.
		Distribuir	Operar la logística y transporte requeridos en la cadena de distribución.		Sembrar	Esparcir semillas en un terreno preparado para que germinen y se produzcan plantas.
		Vender	Tranzar el alimento a cambio de una remuneración económica.		Cultivar	Proceso de cuidado de las plantas para obtener la producción planeada.
		Rescatar	Combatir la pérdida y desperdicio de alimentos mediante la adopción de alternativas como el re-uso, nuevos usos, transformación a nuevos materiales o donaciones a poblaciones vulnerables.		Cosechar	Recoger los resultados del cultivo.
	Disfrutar	Preparar	Mezcla culinaria que combina y cocina alimentos e ingredientes para convertirlo en comidas más complejas.		Almacenar	Guardar de forma segura los alimentos y las materias primas de forma ordenada, para poder disponer cuando se necesite.
		Consumir	Proceso de ingesta de los alimentos.		Cría	Acompañar el crecimiento y desarrollo de animales para consumo humano.
		Reciclar	Aprovechar los residuos de alimentos y/o empaques para que puedan ser nuevamente utilizados en un nuevo proceso.		Levante	Suministrar la alimentación y cuidados necesarios para llevar los animales al peso y condiciones para el sacrificio.
					Sacrificio	Actividades que comprenden el sacrificio y faenado de animales para consumo humano.

Fuente: Elaboración propia para la industria de alimentos a partir de Kaplinsky & Morris (2000) y Porter (1985).



Desde la conceptualización y producción de materias primas hasta la comercialización y disfrute del producto final, las tecnologías tienen el potencial de jugar un papel crucial en la optimización de procesos, la mejora de la calidad y la eficiencia, y la creación de productos innovadores y sostenibles.

II.III. Las tecnologías Foodtech se acotan en la cadena de valor según las tecnologías convergentes.

En el marco de la cadena de valor de la industria de alimentos descrita, aparecen las tecnologías convergentes a cambiar la forma secuencial como se han adelantado todos estos procesos. Gracias al uso de la tecnología, el consumidor piensa diferente, los gobiernos aumentan las exigencias, las empresas adoptan nuevos estándares y la relación con el planeta requiere nuevas formas de actuar. Como lo han señalado diversos autores, la tierra está llegando a límites donde el sistema planetario puede estar alterado sustancialmente, poniendo en riesgo la vida como la conocemos [14]. Por lo tanto, existe una urgente necesidad de cambiar los paradigmas de producción y consumo.

Esta transformación de una economía lineal (basada en crear, usar y desechar todo aquello que ha sido producido cuando ya no es útil) hacia una economía circular requiere trabajo en el cierre de ciclo de materiales, el cambio de servicios y la incorporación de innovaciones de forma acelerada. La economía circular recibe cada vez más atención en todo el mundo, promoviendo una transición hacia un mejor equilibrio de sistemas ambientales y económicos [15] y

cambiando la forma como se crean nuevos modelos de negocio que desafían a las empresas establecidas. Existe una nueva motivación en inversionistas y empresas. Estas nuevas relaciones entre las empresas, el gobierno, los consumidores, la industria de alimentos, los productores agrícolas y pecuarios, entre otros, puede observarse en la Figura 1 de la página 8.

Por ejemplo según Lekan [16], quien revisó cómo la inteligencia artificial beneficia a la economía circular y quien documentó casos como el de la compañía Notco (de origen chileno) que está empleando algoritmos de inteligencia artificial para entrenar una nariz virtual, con la cual se producen alimentos que saben, huelen y se comportan como lácteos o como mayonesa, a partir de la sustitución de ingredientes origen animal (ejemplo leche o huevos) por aquellos de origen vegetal (vegetales o raíces), con un significativo menor impacto ambiental. Poder contar con las tecnologías como Inteligencia artificial, la sensórica y la biotecnología de forma simultánea (o convergente) ofrece a la industria de alimentos nuevos horizontes que permiten la inserción acelerada en la economía circular y responder de forma más precisa a las necesidades de los consumidores.

De la misma forma Lekan [16] documentó el caso de la compañía New Age Meats, que emplea la inteligencia artificial, los nuevos materiales y la impresión 3d para diseñar carne en el laboratorio, y quienes, usando patrones escalables, pueden ofrecer proteína animal sin el esfuerzo ambiental y económico que implica producir carne a partir de vacas. Según Ahmad et al [17] hoy es posible comerse un bistec [10]



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

de carne a partir de cultivar una sola célula madre sin necesidad de tener una vaca viva. La producción de carne cultivada implica tomar una muestra de células musculares de un animal y cultivarlas en un medio de cultivo que proporciona los nutrientes necesarios para que las células crezcan y se multipliquen. Una vez que las células han alcanzado una cantidad suficiente, se transfieren a un biorreactor donde se exponen a factores de crecimiento que les permiten diferenciarse en células musculares. Estas células musculares se pueden utilizar para producir carne

cultivada sin la necesidad de criar y sacrificar animales. Esta disrupción, gracias a las tecnologías convergentes, permite atraer consumidores que habían decidido abandonar la proteína de res por su sensibilidad hacia el sufrimiento animal.

Varios autores y organizaciones han abordado la definición de FoodTech, indicando la incidencia en la cadena de valor de alimentos y el uso de tecnologías específicas (Ver Tabla 3).

Tabla 3 - Definiciones de FoodTech y las tecnologías que aborda.

Autor	Definición	Tecnologías/ Áreas que aborda
Andrea Renda [18] Ex director de CEPS - Centro de Estudios de Políticas Europeas). Profesor del Instituto Universitario Europeo.	Se concibe como el uso de tecnologías digitales disruptivas a lo largo de la cadena agroalimentaria.	• Big Data • Inteligencia Artificial (IA) • Internet de las cosas (IoT) • Blockchain • Agricultura de precisión • Desperdicio de alimentos • Nutrición personalizada
Diamandis y Kotler [6], Diamandis es un emprendedor serial, referente global en innovación y presidente de Singularity University Kotler, autor de 9 bestsellers y director ejecutivo de Flow Research Collective.	Es la suma de las tecnologías exponenciales que están remodelando el futuro de la comida.	• Analítica • BigData • Inteligencia artificial • Internet de las Cosas (IoT) • Sensórica • Nanotecnología • Materiales avanzados • Biotecnología • Ciencias de Fermentación • Impresión 3D • Nutracéutica • Robótica • Blockchain • Desperdicio de alimentos
Digital Food Lab [19] Empresa de consultoría francesa.	Es un ecosistema formado por todos los emprendedores y startups agroalimentarias (desde la producción hasta la distribución) innovando en los	• Nuevas fuentes de proteínas • Agricultura urbana • Trazabilidad y transparencia • Nuevas empresas de entrega • Robots de reparto • Cocinas en la nube • Robots y neveras inteligentes



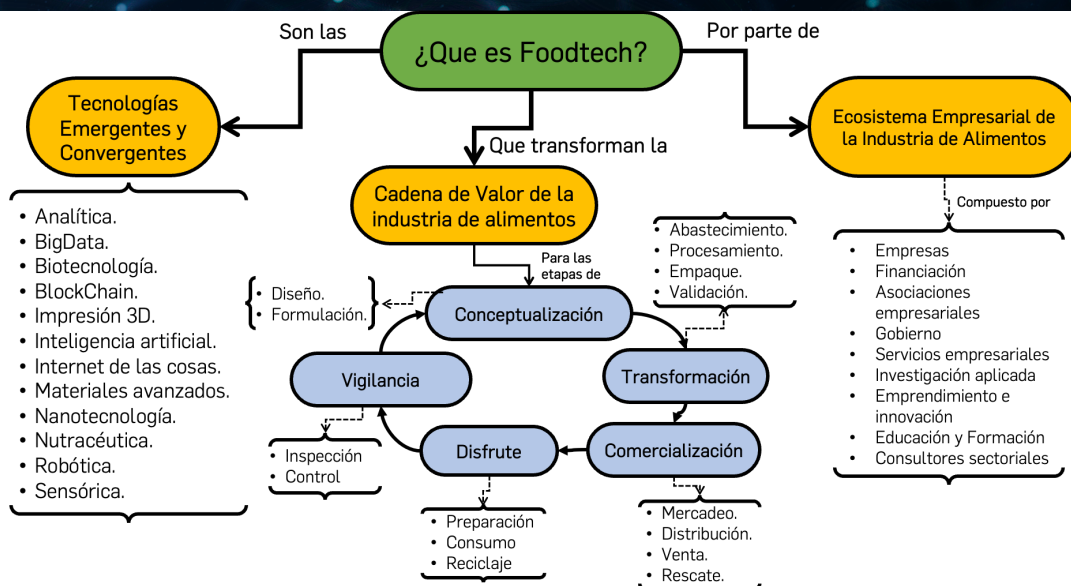
4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

		productos, distribución, marketing o modelo de negocio. Seis categorías conforman el FoodTech: AgTech, ciencia de los alimentos, servicio de alimentos, tecnología de consumo, entrega, cadena de suministro	• Proteína de origen vegetal • Proteína cultivada en laboratorio • Envases y desperdicios de alimentos. • Nueva generación de marcas
Forward Fooding [20]	Compañía inglesa de consultoría en el sector de alimentos.	Es un sector emergente que explora cómo se puede aprovechar la tecnología para crear eficiencia y sostenibilidad en el diseño, producción, elección, entrega y disfrute de los alimentos.	• Agtech (Tecnologías para el agro) • Aplicaciones y servicios para consumidores • Entrega de comida • Procesamiento de alimentos • Seguridad alimentaria y trazabilidad • Tecnologías de cocina y restaurantes • Próxima generación de alimentos y bebidas • Excedente y desperdicio
Pitchbook [21]	Empresa de investigación y análisis de datos de inversión.	Son aquellas nuevas empresas, que impulsadas por la tecnología, desarrollan productos y servicios cambiando la forma en que los alimentos se están descubriendo, comprando, entregando, preparando y consumiendo.	• Bioingeniería • Agricultura celular • Reemplazo de carne • Nuevos ingredientes • Tiendas online • Proveedores B2B • Robots para reparto • Tecnologías de cocina y robótica • Aplicaciones y Marketplace • Desperdicio de alimentos y trazabilidad • Nutrición personalizada • Cocinas ocultas

Fuente: Elaboración propia a partir de referenciación de documentos.

Por lo tanto, se entiende como Foodtech a aquellas tecnologías emergentes y convergentes (Analítica, BigData, Biotecnología, BlockChain, Impresión 3D, Inteligencia artificial, IoT, Materiales avanzados, Nanotecnología, Nutraceutica, Robótica y Sensórica) que transforman la cadena de valor de la industria de alimentos: desde la conceptualización del alimento (diseño y formulación), la

transformación (abastecimiento, procesamiento, empaque y validación), la comercialización (mercadeo, distribución, venta y rescate) hasta el disfrute (preparación, consumo y reciclaje), incluyendo los procesos de vigilancia del estado (inspección y control) por parte los integrantes que componen el ecosistema empresarial de la industria de alimentos (Ver Figura 2).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 - ¿Qué es Foodtech?

A continuación, se presentan la definición de cada una de las tecnologías convergentes y su alcance:

- **Analítica y Big Data:** son herramientas para procesar y analizar grandes cantidades de datos, lo que permite identificar patrones, tendencias y oportunidades de mejora en la industria de alimentos. Se utilizan para optimizar la gestión de la cadena de suministro, mejorar la eficiencia y calidad de la producción, reducir el desperdicio de alimentos y personalizar la oferta de productos según las preferencias de los consumidores.
- **Biotecnología:** es el uso de organismos vivos o sus componentes para desarrollar productos o procesos en la industria alimentaria. Se usa para crear alimentos mejorados en sabor, textura y valor nutricional, mejorar la eficiencia de producción y prolongar la vida útil de los alimentos. También se investiga su uso para producir alimentos de forma más sostenible y reducir la huella ambiental.
- **Blockchain:** es una tecnología de registro distribuido que permite el almacenamiento seguro y descentralizado de datos en una red de nodos. En la industria de alimentos, se utiliza para crear registros inmutables de la cadena de suministro, desde el origen hasta el consumidor final, lo que aumenta la transparencia y la trazabilidad de los productos. Esto permite a los consumidores verificar la autenticidad y calidad de los alimentos, y a los productores y minoristas garantizar la seguridad y eficiencia de la cadena de suministro.
- **Inteligencia Artificial:** son tecnologías que permiten tomar decisiones mediante el aprendizaje automático, las redes neuronales



artificiales (ANN) y varios algoritmos que son útiles para muchas industrias en todo el mundo para hacer predicciones, procesar información más rápido y aumentar la eficiencia. En la industria de alimentos, se usa para optimizar la producción, la gestión de la cadena de suministro y la personalización de productos según las preferencias del consumidor.

- *Impresión 3D*: es una tecnología que permite crear objetos tridimensionales a partir de diseños digitales mediante la deposición de material capa por capa. En la industria de alimentos, se utiliza para crear prototipos de nuevos productos, herramientas de producción y moldes personalizados. También se está investigando su uso para imprimir alimentos con formas y texturas específicas y para crear alimentos personalizados para dietas especiales o necesidades médicas,
- *Sensórica e internet de las cosas (IoT)*: son tecnologías para capturar, procesar y transmitir datos que se capturan en tiempo real. Se utilizan para monitorizar y controlar el proceso de producción, la calidad y seguridad de los alimentos, y la eficiencia energética. También se investiga su uso para personalizar la oferta de productos, reducir el desperdicio de alimentos y mejorar la experiencia del consumidor.
- *Nanotecnología*: es el diseño, producción y aplicación de materiales y dispositivos a escala nanométrica. En la industria de alimentos, se utiliza para mejorar la calidad, seguridad y funcionalidad de los alimentos, mediante la creación de envases inteligentes, aditivos alimentarios y sistemas de liberación

controlada de nutrientes. También se investiga su uso para reducir el desperdicio de alimentos y mejorar la eficiencia de producción.

- *Robótica*: es el diseño y construcción de robots que pueden realizar tareas automatizadas y repetitivas en la industria alimentaria, como el empaquetado y la manipulación de alimentos. Se utiliza para mejorar la eficiencia, calidad y seguridad de la producción, reducir el tiempo de inactividad y minimizar la necesidad de mano de obra humana. También se investiga su uso para mejorar la trazabilidad y personalización de productos.
- *Nutracéutica*: es la combinación de nutrición y farmacología, enfocada en el desarrollo de alimentos y suplementos que proporcionan beneficios para la salud y prevención de enfermedades. En la industria de alimentos, se utiliza para crear productos con ingredientes bioactivos que tienen efectos positivos en la salud, como los prebióticos y los antioxidantes. También se investiga su uso para desarrollar alimentos personalizados según las necesidades nutricionales de los consumidores.
- *Materiales avanzados*: son materiales innovadores con propiedades y características únicas. En la industria de alimentos, se utilizan por ejemplo para mejorar la calidad, seguridad y funcionalidad de los envases y embalajes de alimentos, así como para desarrollar nuevos productos y procesos de producción. También se investiga su uso para reducir el desperdicio de alimentos y mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad de la producción.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Las tecnologías convergentes aplicadas en la Industria de Alimentos son un importante foco de investigación por parte de académicos, de protección intelectual por parte de inventores y de inspiración para crear nuevas empresas por parte de los emprendedores. Al revisar bases de datos especializadas como Web Of Science (WoS) de Clarivate, PatentScope de WIPO y Crunchbase, se encuentra que durante el período 2002 - 2022 se han: i) publicado 4.565 artículos científicos relacionados con el uso de estas tecnologías en la industria, donde cerca de la tercera parte (33,8%) se publicaron en los últimos dos años, ii) se concedieron 1.783 patentes desde el 2011, donde también se observa que esta protección se realizó en un 28% en los últimos años y iii) Se crearon 2.473 empresas (Figura 4).

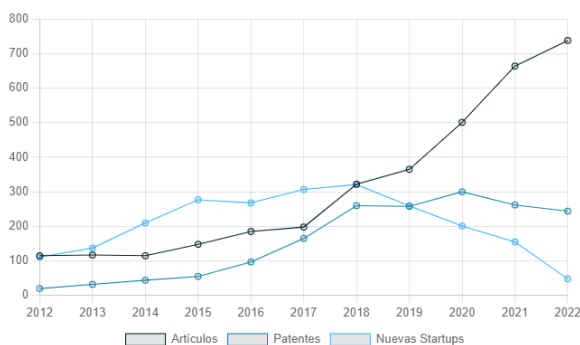


Figura 4 - Evolución del uso de la tecnología en la industria de alimentos 2002 - 2022

La tecnología ha demostrado tener un gran potencial para aumentar la competitividad y la oferta de valor en la industria de alimentos en Latinoamérica y diversas economías en desarrollo. La creación de emprendimientos enfocados al desarrollo de tecnologías convergentes permite visualizar aplicaciones reales sobre la cadena de valor de la industria de alimentos. Aunque aún emergente, en América Latina ya comienzan a ponerse en marcha y escalar startups en foodtech que gracias a las tecnologías convergentes tienen un efecto positivo, no solo en los consumidores, sino también en el medio ambiente y en la sociedad en su conjunto (ver algunos ejemplos en Tabla 4). Es crucial continuar estudiando, respaldando y fomentando el avance y la implementación de tecnologías convergentes en el sector alimentario para avanzar hacia una industria más eficiente, sostenible e innovadora tanto en Latinoamérica como en el resto del mundo.

Tabla 4 – Algunos ejemplos de Startups en Foodtech de origen Latino Americana

Empresa	Descripción	Tecnologías convergentes	Etapas
Eatcloud (2020), Colombia.	Reduce el desperdicio de alimentos y combate el hambre, generando impacto económico, social y ambiental.	BigData, Inteligencia artificial.	Rescatar, Vender.
Einsted (2019), Argentina.	Desarrollan un BioElectroProcesador para la optimización de procesos bioindustriales.	Biotecnología, Nanotecnología.	Procesar.
FLOKI Tech (2020), Brazil.	Sistema de compras inteligente y autónomo para minoristas de servicios de alimentos fragmentados.	Analítica, Inteligencia artificial.	Abastecer, Almacenar, Vender.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



GU Trade (2017), Uruguay.	Habilitación de la visibilidad de la ejecución en cada Punto de Venta	BigData, Sensórica.	Almacenar, Vender.
Hello Melon (2020), Mexico.	Inteligencia artificial para rastrear requerimientos nutricionales	Analítica, Inteligencia artificial, Nutraceutica.	Formular.
NotCo (2015), Chile.	Utiliza inteligencia artificial para crear alimentos a partir de plantas.	Analítica, Inteligencia artificial, Sensórica.	Diseñar, Formular, Procesar.
Nutri Co (2020), Perú.	Lanza en tiempo récord, productos alimenticios multi categoría nutritivos, sostenibles y asequibles.	Analítica, Inteligencia artificial, Nutraceutica.	Formular, Preparar, Procesar.

Fuente: Elaboración propia a partir de información tomada de CrunchBase [22] el 25 de julio de 2023.

El año corresponde al año de fundación de la empresa

III. CONCLUSIONES

La adecuada adopción de tecnologías convergentes en la industria de alimentos puede mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la calidad de los productos que se ofrecen al mercado.

La cadena de valor de la industria de Alimentos es una compleja relación de procesos y etapas que están relacionados entre sí, y que para comprender el impacto de las tecnologías convergentes deben ser evaluados los requerimientos de apropiación.

La convergencia de tecnologías está transformando la forma en que entendemos la frontera tecnológica en la Industria de alimentos. Ya no se trata de una evolución lineal de tecnologías, sino de un contexto de tecnologías convergentes que se combinan y multiplican sus impactos cuando de alimentos se trata. Ya las tecnologías emergentes no avanzan de manera

aislada, sino que se están combinando para crear nuevas soluciones a los retos de la industria de alimentos y planteando nuevos modelos de negocio. Las empresas que no estén al tanto de estas tendencias pueden quedarse atrás y perder competitividad en el mercado.

Las aplicaciones de las tecnologías convergentes en la industria de alimentos son variadas, desde la utilización de inteligencia artificial para mejorar la producción y distribución hasta la implementación de robótica para la automatización de procesos y el uso de nanotecnología para garantizar la calidad y seguridad de los alimentos.

La convergencia de tecnologías está transformando la frontera tecnológica y plantea nuevos desafíos y oportunidades para las empresas. Es importante estar al tanto de estas tendencias y evaluar cómo pueden ser aplicadas en la industria de alimentos para mejorar la sostenibilidad en la



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

cadena de valor.

La vigilancia sobre la evolución de los mercados y la construcción de estrategias ahora exige una mayor capacidad para recorrer el panorama, extraer la información relevante y ponerla en uso. Este nuevo mundo nos trae grandes oportunidades, pero también grandes dificultades para materializarlas. Como oportunidades se pueden mencionar la tendencia a la reducción de precios de numerosas tecnologías, al tiempo que se reducen también las escalas necesarias para lograr operación rentable. Esto abre numerosos espacios para empresas, tanto [1] industrias de alimentos establecidas como startups, en los países en desarrollo. De la misma forma, la posibilidad de aprender de otros para cerrar brechas que nos separan de las [2] fronteras en tecnología se expande, pues hay un acceso extraordinario a la información.

Sin embargo, hay una fuerza en el sentido contrario que es también muy poderosa: la abundancia y diversidad de los frentes donde están ocurriendo [3] avances tecnológicos significativos, generan niveles de complejidad y confusión sin precedentes. El desarrollo de capacidades dentro de las empresas y a través del ecosistema para asumir estos [4] retos tiene una importancia extraordinaria.

Es necesario investigar más a fondo cómo algunas tecnologías convergentes tienen más influencia que otras y cómo pueden incidir en categorías de alimentos específicos. En

este sentido, comprender mejor cómo las tecnologías emergentes están combinando y multiplicando sus resultados, y el impacto tanto en las industrias establecidas como en las empresas de reciente creación (startups) permitiría profundizar en el estudio de la adopción de tecnologías convergentes y su impacto en la cadena de valor de la industria de alimentos, para de esta forma comprender como cada tecnología está incidiendo en la forma como se producen, comercializan y disfrutan los alimentos.

REFERENCIAS

- R. Auger, "Types of technology," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 77, no. 5, pp. 762–782, Jun. 2010, doi: 10.1016/j.techfore.2010.01.008.
- C. M. Christensen, M. E. Raynor, M. Rory, and R. McDonald, "What is disruptive innovation?," *Harv Bus Rev*, vol. 93, no. 12, pp. 44–53, 2015, [Online]. Available: <https://hbr.org/2015/12/what-is-disruptive-innovation>
- D. Rotolo, D. Hicks, and B. R. Martin, "What is an emerging technology?," *Res Policy*, vol. 44, no. 10, pp. 1827–1843, Dec. 2015, doi: 10.1016/j.respol.2015.06.006.
- Klaus Schwab, "La cuarta revolución industrial-The Fourth Industrial Revolution," *Foro Económico Mundial.*, 2017. [http://40.70.207.114/documentosV2/La cuarta revolucion industrial-Klaus Schwab \(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20(1).pdf)



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

- [5] J. L. Bower and C. M. Christensen, "Disruptive technologies: Catching the wave.," *Harv Bus Rev*, vol. 73, no. 1, pp. 43–53, 1995, Accessed: Nov. 06, 2021. [Online]. Available: <https://hbr.org/1995/01/disruptive-technologies-catching-the-wave>
- [6] P. Diamandis and S. Kotler, "The Future Is Faster Than You Think: How Converging Technologies Are Transforming Business, Industries, and Our Lives." Simon & Schuster Publishing, 2020.
- [7] S. N. (UNCTAD) Sirimanne, C. (UNCTAD) Freire, B. (UNCTAD) Bell, D. (UNCTAD) Maruichi, and L. (UNCTAD) Cyron, *Technology and Innovation Report 2021, Catching technological waves Innovation with equity*. Geneve: United Nations Publications, 2021. Accessed: Mar. 02, 2021. [Online]. Available: <http://unctadstat.unctad.org/EN/Classifications.html>.
- [8] V. Tamayo, A. Jaramillo, and A. Gonzalez, "Cierre de brechas de innovación y tecnología," Medellín, 2018. Accessed: Feb. 21, 2021. [Online]. Available: <http://www.andi.com.co/Uploads/Cierre de brechas de innovación y tecnología scv gigital2.pdf>
- [9] V. Tamayo, O. Quintero, C. Campo, A. Giraldo, J. Morales, and L. Arango, *Sector Lácteo, Informe Sectorial*. Bogota: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2019.
- [10] V. Tamayo, O. Quintero, C. Campo, A. Giraldo, J. Morales, and L. Arango, *INFORME SECTORIAL ECONOMÍA CIRCULAR*, no. 1. Bogotá: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2018. [Online]. Available: https://drive.google.com/file/d/1V3R1SMI3iuQJFE33g_f3irKmSkkyYdJG/view
- [11] M. E. , Porter and C. Advantage, "Competitive Advantage-creative and sustaining," *Competitive advantage*, 1985, Accessed: Nov. 05, 2021. [Online]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43857184/Competitive Advantage-creative and sustaining-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1636220433&Signature=J0AXKIf2C05006XNpztXWnI24Xh~a8f09PoVa85Z0pg9BAoAEA-8UpftYmLU2wP8a84IJ9Kzx-ZOv-KRZZpn73ZJRPYm54fm3BOeNIFW37L_Sw
- [12] R. Kaplinsky and M. Morris, "A handbook for value chain research. Prepared for the IDRC.," *Institute for Development Studies: Brighton, UK*, no. September, 2000.
- [13] C. Bai, P. Dallasega, G. Orzes, and J. Sarkis, "Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective," *Int J Prod Econ*, vol. 229, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107776.
- [14] W. Steffen *et al.*, "Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet," *Science* (1979), vol. 347, pp. 736–747, Feb. 2015, doi: 10.1126/science.1259855.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

- [15] P. Ghisellini, C. Cialani, and S. Ulgiati, "A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems," *J Clean Prod*, vol. 114, pp. 11–32, 2015, doi: 10.1016/j.jclepro.2015.09.007.
- [16] J. Lekan, "Artificial intelligence in the transition to Circular Economy Design and Development of Automated LectureTime-tabling System View project Computer Security and Networks View project Artificial Intelligence in the Transition to Circular Economy," no. 9, pp. 185–190, 2020, Accessed: Feb. 16, 2021. [Online]. Available: www.ajer.org
- [17] K. Ahmad *et al.*, "Extracellular Matrix and the Production of Cultured Meat," *Foods 2021, Vol. 10, Page 3116*, vol. 10, no. 12, p. 3116, Dec. 2021, doi: 10.3390/FOODS10123116.
- [18] A. Renda, "The age of foodtech: Optimizing the agri-food chain with digital technologies," in *Achieving the Sustainable Development Goals Through Sustainable Food Systems*, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-23969-5_10.
- [19] Digital Food Lab, "What is FoodTech?" <https://www.digitalfoodlab.com/foodtech/> (accessed Nov. 05, 2021).
- [20] Forward Fooding, "What is Food Tech? | The taxonomy behind the FoodTech Data Navigator," 2021. <https://forwardfooding.com/what-is-food-tech/> (accessed Nov. 06, 2021).
- [21] A. Frederich and S. Hu, "Emerging Tech Research: Foodtech," Apr. 2021. Accessed: Nov. 05, 2021. [Online]. Available: https://files.pitchbook.com/website/files/pdf/PitchBook_Q1_2021_Emerging_Tech_Research_Foodtech_Report_Pre_view.pdf
- [22] "Activity Feed | Crunchbase." <https://www.crunchbase.com/home> (accessed Jul. 29, 2023).



EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE ALGORITMOS DE PLANIFICACIÓN DE TRAYECTORIAS PARA ASISTIR EN MOVILIDAD A PERSONAS INVIDENTES

PERFORMANCE EVALUATION OF PATH PLANNING ALGORITHMS TO ASSIST BLIND PEOPLE IN MOBILITY

Mosquera, Paula^{1*}, Díaz, Andrés¹

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Pasto, Colombia

*paula.mosquera@unad.edu.co

Resumen – Las personas con discapacidad visual severa presentan problemas de movilidad, especialmente en entornos desconocidos. Las herramientas tecnológicas son cada vez más comunes como asistentes para personas con discapacidad visual severa, logrando mejorar su calidad de vida y su autonomía con respecto a la movilidad. En este trabajo se presentan los resultados de evaluar algoritmos que permiten calcular trayectorias óptimas en grillas de ocupación, creando un método para seleccionar el algoritmo de mejor desempeño, considerando las condiciones de la aplicación planteada. El método desarrollado tiene como objetivo guiar a un investigador en la evaluación y selección de un algoritmo de planificación de trayectorias, de forma sistemática y eficiente, tomando como ejemplo de validación la aplicación de asistencia para invidentes. Los resultados muestran que en entornos estáticos A* tiene el mejor desempeño mientras que en entornos dinámicos D* es el algoritmo que muestra el mejor desempeño.

Palabras clave— trayectorias óptimas, asistente de navegación, implementación, grillas de ocupación, discapacidad visual

Abstract - People with severe visual impairment have mobility problems, especially in unfamiliar environments. Technological tools are increasingly common as assistants for people with severe visual impairment, managing to improve their quality of life and their autonomy with respect to mobility. This paper presents the results of evaluating algorithms that allow calculating optimal trajectories in occupancy grids, creating a method to select the algorithm with the best performance, considering the conditions of the proposed application. The developed method aims to guide a researcher in the evaluation and selection of a path planning algorithm, in a systematic and efficient way, taking the assistance application for the blind as an example of validation. The results show that in static environments A* has the best performance while in dynamic environments D* is the algorithm that shows the best performance.



Keywords— optimal paths, navigation assistant, implementation, occupation grids, visual disability

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta evaluación de desempeño se trabajan con grillas que representan espacios reales donde hay obstáculos y celdas vacías y donde un invidente se encuentra en movimiento, como se hace en [1], [2]. En la Figura 1 se muestra una Grilla 20x20 que tiene una posición de usuario, una celda destino, zonas vacías y obstáculos.

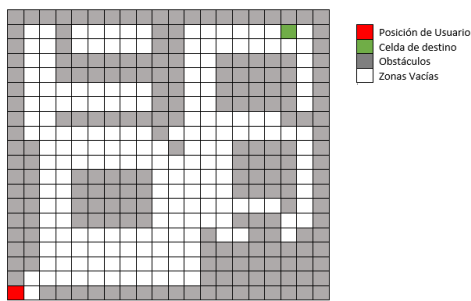


Figura 1. Grilla de ocupación

Se realizó la comparación de desempeño de 5 algoritmos de planificación de trayectorias para entornos estáticos: Wander Planner [3], Spanning tree[4], Breadfirst[5], Dijkstra[6] y A* [3], y de 2 algoritmos para entornos dinámicos: D* [7] y A* From Scratch[8]. Se tomó como referencia la metodología presentada en [3] para realizar la implementación de forma secuencial, iniciando con un algoritmo sencillo y pasando a mejorar la efectividad, hasta llegar a resultados óptimos.

El lenguaje de programación que se escogió para la implementación es Matlab [9], porque tiene muchas ventajas ante los demás. Este lenguaje permite expresar directamente arreglos

vectoriales y matrices, las cuales facilitan mucho el desarrollo del proyecto. Se realizaron pruebas para comparar el desempeño de los algoritmos implementados, y luego se compararon con respecto a los siguientes criterios, como se hace en [8].

- Tiempo de ejecución
- Celdas expandidas
- Número de celdas del camino
- Número de iteraciones
- Efectividad para llegar al objetivo

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para entornos estáticos se realizaron pruebas tomando grillas de ocupación, un punto de inicio y un punto de destino. Se compara algoritmos con una grilla de 200x200 celdas. En cada tamaño se estableció un porcentaje de obstáculos de 40%. Se obtienen los resultados y se realiza su comparación según los criterios de evaluación definidos. En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos.

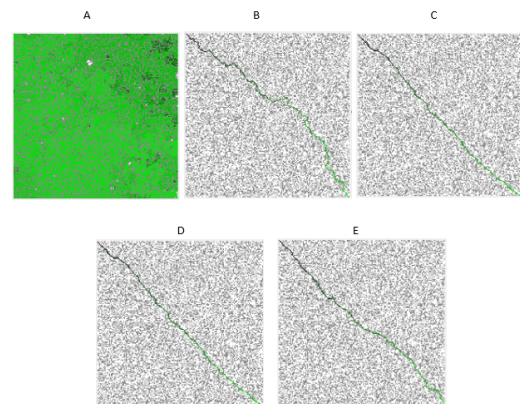


Figura 2. Tamaño de grilla 200x200 con un 40% de obstáculos.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Algoritmos: A. Wander Planner, B. Spanning tree, C. Breadfirst, D. Dijkstra y E. A*

En la Tabla 1 se presentan los resultados considerando cuatro parámetros de desempeño, cinco algoritmos, un tamaño de grilla de 200x200 y con 40 % de obstáculos. Las notaciones utilizadas son: WP Wander planner, ST Spanning Tree, BFS Breadth First, DIJ Dijkstra y A* A start. El parámetro de efectividad para llegar al objetivo no es tenido en cuenta porque se aseguró que todos los algoritmos en entornos estáticos den respuesta al problema.

Tabla 1. Resultados: Tiempo total, número de iteraciones, número de celdas del camino y número de celdas expandidas.

		TIEMPO TOTAL	NÚMERO DE ITERACIONES	NÚMERO DE CELDAS DEL CAMINO	NÚMERO DE CELDAS EXPANDIDAS
200X200 40% de Obstáculos	WP	18.926,5097	2206339	2206341	2206341
	ST	27,7975	31965	308	23939
	BFS	47,0005	31996	241	23935
	DIJ	89,5253	31999	241	23940
	A*	0,7533	1631	258	803

Se hizo un cálculo el cual dio una calificación por cada parámetro evaluado a cada algoritmo, dando una puntuación máxima al que tenga el mejor valor y una proporción equivalente a los demás algoritmos. Se calcula la eficiencia de cada algoritmo basándose en el conjunto parámetro de desempeño, ya que no se puede definir con un solo parámetro cuál es el mejor algoritmo [10].

En la Tabla 2 se presentan las calificaciones parciales de cada algoritmo, también los promedios por algoritmo en cada tamaño de grilla y por último la puntuación total.

Tabla 5. Cuadro de calificaciones de acuerdo con 4 parámetros de desempeño.

	ALGORITMO	TIEMPO	# ITERACIONES	CELDA EXPANDIDAS	CELDA DEL CAMINO	PROMEDIO
Tamaño de grilla 200x200 40% de Obstáculos	A*	10	10	10	9,3411	9,8353
	DIJ	0,0841	0,5097	0,3354	10	2,7323
	BFS	0,1603	0,5098	0,3355	10	2,7514
	ST	0,2710	0,5102	0,3354	7,8247	2,2353
	WP	0,0004	0,0074	0,0036	0,0011	0,0031

Según las calificaciones mostradas en la Tabla 2 se concluye que el mejor algoritmo para entornos estáticos es A*.

En el caso de los entornos dinámicos se realizó la comparación del algoritmo D* y A* From Scratch los cuales calculan la ruta y siguen el recorrido para hacer la replanificación en los casos que sean necesarios.

Para estas pruebas se tomó una grilla de 100x100 y un 45% de obstáculos en el espacio de trabajo. Se realizaron dos cambios en el espacio de trabajo con el fin de poder comprobar el *replanning* y observar su comportamiento a estos cambios. Los algoritmos en entornos dinámicos no solo calculan la ruta, también acompañan el recorrido del usuario a la meta y mientras esto sucede, analizarán si existen cambios en el entorno y si hay diferencia recalculan la ruta para asegurar que llegará al punto de destino, con el fin de poderse adaptar a situaciones reales [7], [8]. Para realizar la comparación entre los dos algoritmos se tienen en cuenta los cinco parámetros de desempeño con los cuales se podrá dar un concepto de su comportamiento a lo largo de las pruebas.

En la Tabla 3 se exponen los resultados de los datos por cada proceso para calcular el camino, teniendo en cuenta los dos *replanning*, y en las Figuras 3 y 4 se muestra la

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



comparación de los resultados gráficamente. Los datos totales se consiguen al realizar la suma de las cifras parciales de cada parámetro, lo que nos permite hacer un paralelo del comportamiento de cada algoritmo.

Tabla 3. Resultados parámetros parciales y totales, algoritmos D* y A* From Scratch.

Algoritmo	Parámetro	Inicial	Replanning1	Replanning2	Total
A star From Scratch	Tiempo	0,0925	0,1225	0,0065	0,2215
	Celdas del Camino	50	54	26	130
	Celdas Expandidas	400	235	81	716
D*	Tiempo	0,761	0,6996	0,1532	1,6138
	Celdas del Camino	50	54	26	130
	Celdas Expandidas	684	14	1	699

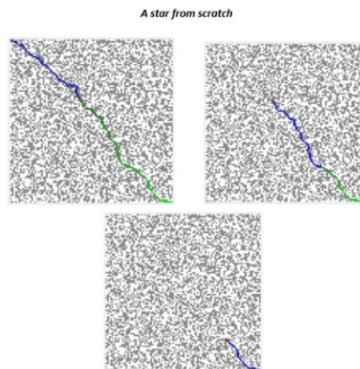


Figura 3. A* from scratch. Tamaño de grilla 100x100 con un 45 % de obstáculos.

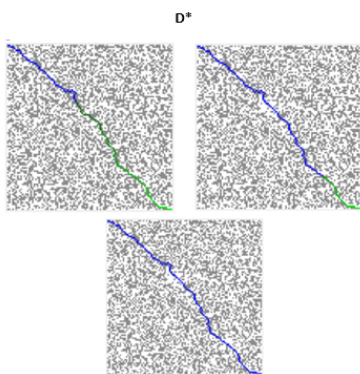


Figura 4. Algoritmo D*. Tamaño de grilla 100x100 con un 45 % de obstáculos

Para determinar los datos se realizaron 20 pruebas. En A* from Scratch la efectividad para llegar al objetivo fue 1 de 20. D* tiene una efectividad del cien por ciento lo que se traduce en que consigue siempre su objetivo sin importar las condiciones del espacio de trabajo. Para A* from Scratch, se debe garantizar que el espacio de trabajo en todo momento le permita encontrar una solución y esto no se puede asegurar. Al aumentar la complejidad del espacio de trabajo o la cantidad de cambios en el recorrido, se disminuye la probabilidad de tener éxito. De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 4 se concluye que el algoritmo D* es superior por una mínima diferencia en la puntuación total. En el análisis realizado la diferencia está ligada a la efectividad, ya que este A* from Scratch presenta baja efectividad mientras que la efectividad de D* es muy alta.

Tabla 4. Cuadro de calificaciones de acuerdo con los 4 parámetros de desempeño

Algoritmo	TIEMPO	EFFECTIVIDAD	CELDAS EXPANDIDAS	CELDAS DEL CAMINO	TOTAL
A star From Scratch	10	0,5	9,7626	10	7,5656
D*	1,3725	10	10	10	7,8431

III. CONCLUSIONES

Comparando los cinco algoritmos implementados que realizan el proceso en entornos estáticos se puede concluir que el más eficiente es A*, a pesar de que es un algoritmo que posee más complejidad en comparación de los otros, no solo da una respuesta clara a las situaciones presentadas, sino que sus trayectorias son óptimas y también el costo computacional es mucho menor.

Cuando se trata de entornos dinámicos el algoritmo D* resulta ser el



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

de mejor desempeño. Este algoritmo posee una mayor complejidad en su proceso, pero con esto garantiza que siempre calcula un camino óptimo sin importar las situaciones que encuentre. Aún en el caso de que se halle encerrado siempre espera una replanificación que asegura llegar al final, no importa el número de grillas, ni tampoco el porcentaje de obstáculos, funciona para todos los casos.

REFERENCIAS

- [1] Chaaraoui. A, Padilla.J, Ferrández. F, Nieto. M y Flórez. F. (2014) A vision-based system for intelligent monitoring: human behaviour analysis and privacy by context. Sensors [https://doi.org/ 10.3390/s140508895](https://doi.org/10.3390/s140508895).
- [2] Jaques. M, Aseno. M y Burke, M, (2019) Vision-based system identification and 3D keypoint discovery using dynamics constraints <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.05928>
- [3] Kelly. A, (2017) Motion-planning. Mobile Robotics Mathematics, Models, and Methods 1. 640 – 690 DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139381284>
- [4] Spanning tree. (2019). EcuRed. https://www.ecured.cu/index.php?title=Spanning_tree&oldid=3455141.
- [5] Beamer. S, Asanovic. K and Patterson, (2012) Direction-optimizing Breadth-First Search [https://doi.org/ 10.1109/SC.2012.50](https://doi.org/10.1109/SC.2012.50).
- [6] Martínez. D, (2019). Reconocimiento de espacios con optimización de trayectorias utilizando el robot "Turtlebot 3 Burger". <http://hdl.handle.net/11634/18667>
- [7] Balderrama. C, Orozco. U, y Picos. K. (2021) Implementación de un algoritmo D* modificado para planificación de trayectorias Investigación Básica y Aplicada. ISSN 2007-9478, Vol.8, Núm. 16. Año 2021.
- [8] Díaz. A., Mosquera. P., Herrera. G., & Campaña. S. (2022). Path planning for assisting blind people in purposeful navigation. Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci, 26(1), 450.
- [9] The MathWorks. (2022). MATLAB. MathWorks. https://es.mathworks.com/help/matlab/learn_matlab/product-description.html
- [10] Palacios. I, Cruz. C y Barraza. M, (2022) Análisis de los algoritmos de planificación de trayectorias RRT, PRM y Voronoi en la solución de un laberinto modular controlado por una plataforma de dos GDL Ingeniare. Rev. chil. ing. vol.30 no.1 Arica mar. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052022000100157>



APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DEL MAÍZ PARA LA OBTENCIÓN DE NANOCELULOSA Y SU USO COMO MATERIAL DE REFUERZO DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES ACTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN DE PESCADO (*PANGASIUS BOCOURTI*)

USE OF CORN RESIDUES TO OBTAIN NANOCELLULOSE AND ITS USE AS A REINFORCEMENT MATERIAL FOR ACTIVE BIODEGRADABLE FILMS FOR THE PRESERVATION OF FISH (*PANGASIUS BOCOURTI*)

Reyes Méndez, Laura María^{1,2*}, Ramírez Aguilar, Diego Armando¹, Gutierrez Pineda, Eduart Andrés^{1,2}

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD, Calle 14 Sur 14-23, Bogotá, Colombia

²Laboratorio de Investigación y Desarrollo Agroalimentario - LIDA, Calle 14 Sur 14-23, Bogotá, Colombia

*laura.reyes@unad.edu.co

Resumen – El aprovechamiento de residuos, subproductos y desperdicios derivados de la industria de alimentos se ha convertido en una alternativa potencialmente viable para la obtención de materiales, nanomateriales, biopolímeros y compuestos activos que pueden ser empleados en el desarrollo de películas y recubrimientos biodegradables para la conservación de alimentos. El objetivo de este trabajo fue obtener nanocelulosa de la cáscara del maíz y emplearla como material de refuerzo en películas biodegradables activas para conservar pescado fresco. Se empleó el método de *Solvent Casting* para el desarrollo de películas de gelatina Tipo B, glicerol como plastificante, Tween 80 como emulsificante, eugenol (EU) y aceite esencial de romero (AER) como compuestos activos, y nanocelulosa de la cáscara de maíz (NCM) como material de refuerzo. Fue evaluada la actividad antimicrobiana de los compuestos activos y películas contra las bacterias *St. aureus*, *E.coli*, y *B. cereus*; propiedades físicas, de barrera, biodegradabilidad en suelo y efectividad como método de conservación de pescado fresco.

Palabras clave— Actividad biológica, biomateriales, biorrefinería, conservación de alimentos, pescado “basa”



Abstract - The use of residues, by-products and waste derived from the food industry has become a potentially viable alternative for obtaining materials, nanomaterials, biopolymers and active compounds that can be used in the development of biodegradable films and coatings for food preservation. The aim of this work was to obtain nanocellulose from corn husks and use it as reinforcing material in biodegradable active films to preserve fresh fish. *Solvent Casting* method was used for the development of films with Type B gelatin, glycerol as plasticizer, Tween 80 as emulsifier, eugenol (EU) and rosemary essential oil (AER) as active compounds, and corn husk nanocellulose (CHN) as reinforcing material. The antimicrobial activity of the active compounds and films against *St. aureus*, *E. coli*, and *B. cereus* bacteria was evaluated; physical properties, barrier, biodegradability in soil and effectiveness as a method of conservation of fresh fish.

Keywords— Biological activity, biomaterials, biorefinery, food preservation, fish "basa"

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Las cáscaras de maíz obtenidas del mercado local fueron secadas y trituradas para posteriormente realizar proceso de deslignificación en reflujo usando etanol absoluto. Una vez el material estaba deslignificado y seco, se realizó un proceso de oxidación con TEMPO para la obtención de nanocelulosa [1], [2]. El desarrollo de las películas biodegradables se realizó empleando el método *Solvent Casting*, empleando como macromolécula gelatina Tipo B (4g/100g solución) glicerol (1g/100g solución) como plastificante, Tween 80 (0,6g /100g solución) como emulsificante, eugenol (EU) y aceite esencial de romero (AER) en diferentes concentraciones (0 - 1g/100g solución) como compuestos activos, y nanocelulosa de la cáscara de maíz (NCM) (3g/100g solución) como material de refuerzo [3]. Se evaluó la actividad antimicrobiana de los compuestos activos y películas biodegradables frente a las bacterias *St. aureus*, *E. coli* y *B. cereus*; la Humedad (Hu), Solubilidad (S), Permeabilidad al vapor de agua (PVA) y

biodegradabilidad en suelo (BS) de las películas desarrolladas [3], [4]. Las películas que presentaron la mayor actividad antimicrobiana fueron empleadas como material de empaque de filetes de pescado fresco basa (*Pangasius bocourti*), los cuales fueron almacenados a temperatura de refrigeración ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) por 14 días, evaluando el crecimiento de coliformes totales, aerobios mesófilos y *St. aureus*, así como la pérdida de peso. Se realizó análisis multivariado (ANOVA), estableciendo diferencias significativas entre los valores medios observados en cada una de las formulaciones utilizando el paquete estadístico STATISTICA® v.8.0.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las películas adicionadas con mayor concentración de EU (1 y 0.5%) presentaron una mayor opacidad y leve coloración amarilla (Figura 1). Con la adición de nanocelulosa, se observaron pequeños filamentos (fibras) en todas las formulaciones [5].

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

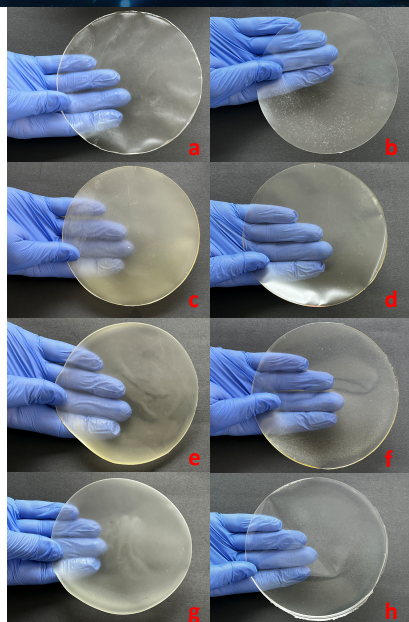


Figura 1. Aspecto visual de las películas biodegradables. a). blanco; b). blanco nano; c). F1 – 1%EU; d). F1 nano – 1%EU; e). F2 – 0.5%EU y 0.5% AER; f). F2 nano – 0.5%EU y 0.5%AER; g). F3 – 1%AER; h). F3 nano – 1%AER

El EU presentó la mayor actividad antimicrobiana frente a las bacterias evaluadas, siendo mayor la actividad en *B. cereus*, seguido de *St. aureus* y *E. coli*. El AER presentó menor actividad antimicrobiana, siendo mayor frente a *St. aureus* y *E. coli* (Tabla 1).

Tabla 1. Actividad antimicrobiana de compuestos activos

Bacteria	EU* (mm)	AER** (mm)
<i>St. aureus</i>	20 ± 1	13 ± 2
<i>E. coli</i>	19 ± 1	11 ± 1
<i>B. cereus</i>	23 ± 2	12 ± 1
<i>S. mutans</i>	10 ± 2	0 ± 0

*Eugenol; **Aceite esencial de Romero

Por su parte, solo las películas que contenían 1% de EU con y sin adición de NCM presentaron actividad antimicrobiana frente a *St. aureus* y *B. cereus* (Figura 2). Ninguna de las formulaciones presentó actividad frente a *E. coli*. Las mezclas de 0.5 % de EU y 0.5 % de AER solo presentaron actividad frente a *St. aureus*.

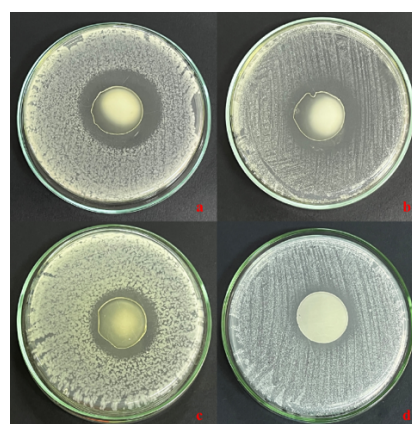


Figura 2. Imágenes de la actividad antimicrobiana de películas biodegradables. a) *B. cereus* (F1 nano – 1%EU); b) *St. aureus* (F1 nano – 1%EU); c) *B. cereus* (F2 nano – 0.5%EU y 0.5%AER); d) *St. aureus* (F2 nano – 0.5%EU y 0.5%AER)

La humedad y solubilidad de las películas se vio influenciada principalmente por la adición de EU y AER, debido a su carácter hidrofóbico [3], [4], [6]. La NCM actúa como material de refuerzo, lo que se refleja en la baja variación de los valores de Humedad y Solubilidad de las películas (Tabla 2).

Las películas fueron dispuestas en tierra de vivero, observando que, las formulaciones que tenían mayor contenido de AER (F3: 1%AER; F3 nano: 1%AER) presentaron la degradación más rápida (4 semanas).

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



En la Figura 3 se presentan algunas imágenes de la degradación de las películas.

Tabla 2. Valores medio de humedad y solubilidad de películas biodegradables.

Muestra	Humedad (%)	Solubilidad (%)
B	20.6 ± 1.4	29.5 ± 0.5
BN	15.0 ± 0.9	37.0 ± 1.6
F1	7.8 ± 1.0	37.3 ± 0.4
F1nano	13.4 ± 2.4	42.8 ± 0.9
F2	11.5 ± 1.4	35.6 ± 0.8
F2 nano	14.3 ± 1.5	42.4 ± 1.6
F3	19.2 ± 2.0	36.1 ± 2.7
F3 nano	15.0 ± 1.3	41.0 ± 0.6

B: Blanco; BN: blanco nano; F1: 1%EU; F1 nano: 1%EU; F2: 0.5%EU y 0.5% AER; F2 nano: 0.5%EU y 0.5%AER; F3: 1%AER; F3 nano: 1%AER



Figura 3. Imágenes de degradación en suelo de películas biodegradables F3: 1%AER. a) t : 0 días; b) t : 7 días; c) t : 14 días; c) t : 21 días

Las formulaciones con mayor contenido de Eugenol (F1, F1N, F2 y F2N), y los blancos (B y BN) fueron empleadas como material de recubrimiento de pescado fresco basa (*Pangasius bocourti*). Durante los 14 días de almacenamiento, la muestra

control (Sin recubrimiento) presentó la menor pérdida de peso (36.04%); por el contrario, la mayor pérdida de peso la presentaron las muestras recubiertas con los blancos B y BN y con las formulaciones de mezcla de EU y AER ($\pm 55\%$) (Figura 4). Este comportamiento se atribuye al carácter higroscópico de los recubrimientos, los cuales están compuestos principalmente por gelatina y carboximetilcelulosa [3].

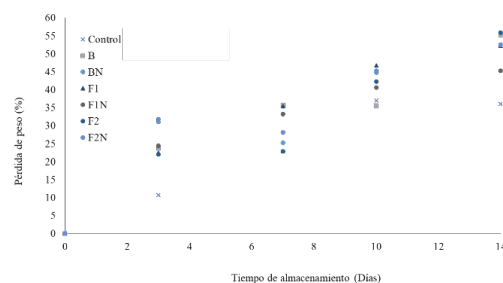


Figura 4. Pérdida de peso de pescado fresco basa (*Pangasius bocourti*) durante 14 días de almacenamiento

En las figuras 5, 6 y 7 se presenta la actividad antimicrobiana de las películas como medio de conservación del pescado basa (*Pangasius bocourti*). La formulación F1 (1%EU) presentó la mayor actividad antimicrobiana para disminuir el crecimiento de coliformes totales (Figura 5), considerando una reducción de hasta 2 Log UFC/g con relación a la muestra control (Sin recubrimiento). Este mismo comportamiento se evidencia para el crecimiento de *St. aureus* (Figura 6)

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

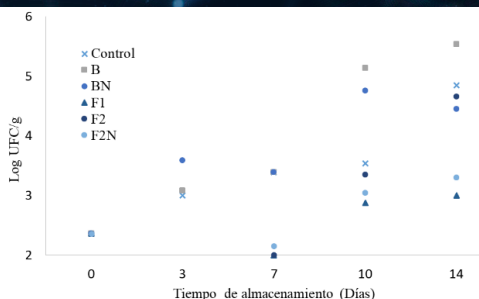


Figura 5. Crecimiento de coliformes totales en pescado fresco basa (*Pangasius bocourti*) durante 14 días de almacenamiento

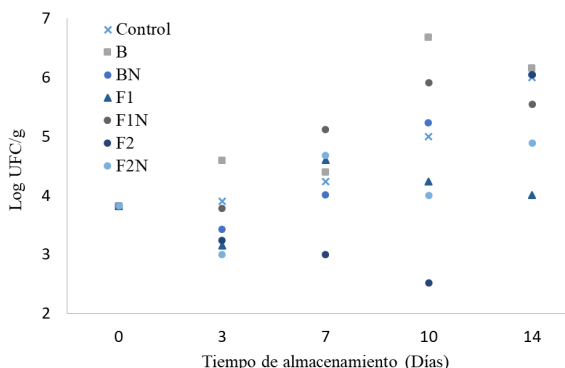


Figura 6. Crecimiento de *St. aureus* en pescado fresco basa (*Pangasius bocourti*) durante 14 días de almacenamiento

Por otra parte, las películas evaluadas no presentan inhibición contra aerobios mesófilos (Figura 7), siendo que la muestra sin recubrimiento presenta el menor recuento luego de los 14 días de almacenamiento. Esto se atribuye a la actividad antimicrobiana presentada por las películas (Figura 2), y a la retención de agua entre la superficie del pescado y el recubrimiento, lo que generó un ambiente de anaerobiosis y crecimiento óptimo de este tipo de microorganismos.

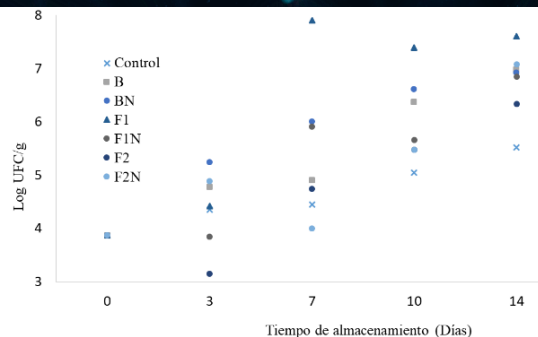


Figura 7. Crecimiento de aerobios mesófilos en pescado fresco basa (*Pangasius bocourti*) durante 14 días de almacenamiento

III. CONCLUSIONES

Las películas evaluadas presentan actividad antimicrobiana frente a *B. cereus* y *St. aureus*, comportamiento atribuido a la adición de EU como compuesto activo con mayor potencial antimicrobiano. La adición de NCM, afecta levemente las propiedades físicas de las películas, sin embargo, a nivel tecnológico no es un impacto significativo. Las formulaciones evaluadas presentan degradación total en suelo posterior a 21 días. Como método de conservación de alimento, la película F1 (1%EU) se presenta como alternativa para almacenar pescado fresco basa (*Pangasius bocourti*), disminuyendo el crecimiento de coliformes totales y aerobios mesófilos.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por los recursos para financiar el proyecto mediante la convocatoria 10 de 2021.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

REFERENCIAS

- [1] A. Firmanda *et al.*, "Antimicrobial mechanism of nanocellulose composite packaging incorporated with essential oils," *Food Control*, vol. 147, p. 109617, May 2023, doi: 10.1016/j.foodcont.2023.109617.
- [2] I. Bascón-Villegas, M. Pereira, E. Espinosa, M. Sánchez-Gutiérrez, A. Rodríguez, and F. Pérez-Rodríguez, "A new eco-friendly packaging system incorporating lignocellulose nanofibres from agri-food residues applied to fresh-cut lettuce," *J. Clean. Prod.*, vol. 372, p. 133597, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133597.
- [3] L. M. Reyes Méndez, P. A. Méndez Morales, A. López-Córdoba, R. Ortega-Toro, and T. J. Gutiérrez, "Active chitosan/gelatin-based films and coatings containing eugenol and oregano essential oil for fresh cheese preservation," *J. Food Process Eng.*, Jun. 2023, doi: 10.1111/jfpe.14396.
- [4] 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.
- [5] E. Espinosa, I. Bascón-Villegas, A. Rosal, F. Pérez-Rodríguez, G. Chinga-Carrasco, and A. Rodríguez, "PVA/(ligno)nanocellulose biocomposite films. Effect of residual lignin content on structural, mechanical, barrier and antioxidant properties," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 141, pp. 197–206, Dec. 2019, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.08.262.
- [6] 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.



UN ENFOQUE MDE PARA LA GENERACIÓN DE CONTRATOS INTELIGENTES.

AN MDE APPROACH FOR THE GENERATION OF SMART CONTRACTS.

Dulce, Edgar*, Hurtado, Julio², Núñez, Yenny¹, Mantilla, Eduard¹.

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Bogotá, Colombia.

²Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

*edgar.dulce@unad.edu.co

Resumen - La tecnología Blockchain (BC) está creciendo a un ritmo acelerado en diferentes entornos. Los Contratos Inteligentes (SCs) son programas descentralizados inmutables desplegados en plataformas BC para hacer cumplir, monitorear y ejecutar acuerdos, sin la intervención de un tercero de confianza. Los SCs de BC pueden apoyar la descentralización de los procesos empresariales, pero debido a sus especificidades, su desarrollo es un proceso complicado. La estrecha relación que existen entre BC y los SCs, introduce restricciones arquitectónicas y específicas de cada plataforma, que los desarrolladores deben comprender para crear sus aplicaciones. En este trabajo, presentamos una herramienta Model Driven Engineering (MDE) destinada a la generación de SCs para la plataforma de BC Ethereum, específicamente para el lenguaje de programación Solidity. Esta herramienta está compuesta de un Metamodelo Especifico de la Plataforma (PSM) y una Transformación de Modelo a Texto (m2t), que en conjunto permiten generar el código fuente de los SCs en este entorno. También, se presenta una prueba de concepto para la generación de un modelo conforme al metamodelo, posteriormente se realiza la implementación, compilación y despliegue de SCs para el entorno de la salud. Los resultados muestran que los SCs generados pueden desplegarse en una red Ethereum, respetando la sintaxis del lenguaje de programación Solidity.

Palabras clave— Blockchain, Contrato Inteligente, Ethereum, MDE, Solidity

Abstract - Blockchain (BC) technology is growing at a rapid pace in different environments. Smart Contracts (SC) are immutable decentralized programs deployed on BC platforms to enforce, monitor, and execute agreements, without the intervention of a trusted third party. BC SCs can support the decentralization of business processes, but due to their specificities, their development is a complicated process. The close relationship between BC and SCs, introduces architectural and platform-specific constraints, which developers must understand to create their applications. In this paper, we present a Model Driven Engineering (MDE) tool aimed at the generation of SCs for the Ethereum BC platform, specifically for the Solidity



programming language. This tool is composed of a Platform Specific Metamodel (PSM) and a Model to Text Transformation (m2t), which together allow generating the source code of SC in this environment. Also, a proof of concept is presented for the generation of a model according to the metamodel, then the implementation, compilation, and deployment of SC for the healthcare environment is performed. The results show that the generated contracts can be deployed in an Ethereum network, respecting the syntax of the Solidity programming language.

Keywords— Blockchain, Smart Contract, Ethereum, MDE, Solidity

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Los contratos inteligentes SC (smart Contract por sus siglas en inglés) son programas descentralizados inmutables desplegados en plataformas Blockchain (BC) para hacer cumplir, monitorear y ejecutar acuerdos, sin la intervención de un tercero de confianza. Un SC permite insertar lógica de negocio en las transacciones y compartirlas de una manera interoperable con otras BC [1]. Los SCs permiten que la tecnología BC desempeñe un papel vital en muchos campos, como las finanzas y la salud.

A pesar de ser simple, el desarrollo de SCs es un desafío. Esto se debe a la complejidad y heterogeneidad de las plataformas BC que se utilizan para crear e implementar los SCs [2].

Después de realizar un Revisión Sistemática de la Literatura, presentada en [3]. En este documento se realiza un análisis detallado de la documentación oficial de Ethereum [4] y de otros trabajos relacionados [5] [6], encontrados en la literatura, para direccionar nuestros objetivos. Luego aplicando la metodología de Ingeniería Dirigida por Modelos MDE (Model Driven Engineering por sus siglas en inglés) para crear un metamodelo, un

modelo acorde a este metamodelo y la transformación necesaria para generar el código fuente de los SC. Todo lo anterior, con algunos artefactos requeridos en el lenguaje de programación de SC Solidity, el cual es el lenguaje oficial para la plataforma de BC Ethereum. También, se crea una prueba de concepto en un entorno sanitario para poner en funcionamiento los SCs creados.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Un metamodelo específico de plataforma (PSM) para la generación de SC para plataformas BC Ethereum.

En el centro de nuestra solución, se encuentra un metamodelo específico para la plataforma de BC Ethereum (Figura 1). Para su construcción, se utilizó eCore como lenguaje de metamodelado, el cual es parte de la arquitectura de metamodelado de Eclipse Modeling Framework EMF². Seguimos el enfoque propuesto en [5], el cual es un enfoque interactivo e iterativo para la construcción de metamodelos que permite la especificación de fragmentos de

² <https://projects.eclipse.org/projects/modeling.emf.emf>



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

modelos por parte de expertos en el dominio. Se induce automáticamente un metamodelo, que puede refactorizarse y, a continuación, compilarse en un metamodelo de implementación para diferentes plataformas y propósitos. En nuestro caso para la plataforma de BC Ethereum.

Ya que nuestro metamodelo es dependiente de la plataforma (PSM), viabiliza la creación de modelos para mejorar la interoperabilidad entre los mismos, que son generados en diferentes plataformas BC. De un modelo podemos generar un SC con la suficiente riqueza, dando la posibilidad de que este modelo, entre en juego con otros modelos, para conformar una infraestructura más abstracta y así facilitar la interoperabilidad de los SCs de diferentes plataformas BC.

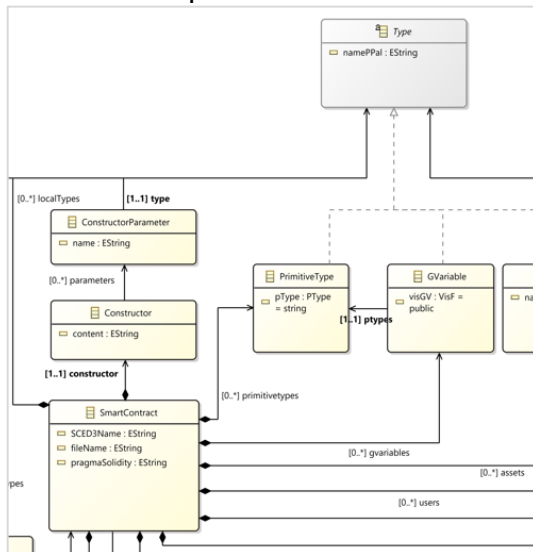


Figura 1. SCED3 - Metamodelo eCore para la plataforma de BC Ethereum, para lenguaje de programación Solidity

Una imagen completa y la descripción de cada uno de los componentes del metamodelo de la Figura 1 se pueden encontrar en el repositorio de GitHub³.

B. Transformación Modelo a Texto (m2t) para Contratos Inteligentes Ethereum

Mediante un conjunto de transformaciones podemos ir de un nivel alto de abstracción, a un nivel muy concreto, en este caso para la generación de SCs. En este documento, uno de los objetivos es crear una transformación m2t, para generar el código fuente de un SC para la plataforma BC Ethereum, la cual se describe a continuación.

Por el motivo de no extendernos demasiado en la explicación, en la Figura 2 se presenta un extracto del código fuente del archivo generateSolidity.mtl, creado en Acceleo⁴. Este archivo tiene como finalidad generar el código fuente del SC para la plataforma Ethereum, para el lenguaje de programación Solidity. El código fuente se puede encontrar completo y explicado en el repositorio del proyecto.

```
generateSolidity.mtl
1  [comment encoding = UTF-8 /]
2  [module generateSolidity('http://www.unicauca.edu.co/SCED3')]
3
4  [template public generateSolidity(sc : SmartContract)]
5  [comment @main/]
6  [file (sc.SCED3Name.concat('.sol'), false, 'UTF-8')]
7  //SPDX-License-Identifier: MIT
8  pragma solidity [sc.pragmaSolidity/]
9
10 contract [sc.SCED3Name/] {
11
12     [for (k: GVariable | sc.gvariables)]
13     [generateGlobalVariables(k)/]
14     [/for/]
15 }
```

Figura 2. Programa en Acceleo para la transformación m2t.

³ <https://github.com/edgardulce77/MDETool-EthereumSoliditySC.git>

⁴ <https://wiki.eclipse.org/Acceleo/>

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



C. Creación y despliegue de un Smart Contract en un entorno controlado.

Teniendo ya creado el metamodelo de la Figura 1, EMF nos da la posibilidad de crear instancias del metamodelo, que posteriormente serán transformadas mediante el programa de la Figura 2, al código fuente de un SC.

Ahora, teniendo presentes el metamodelo, su instancia dinámica y el programa que realiza la transformación, mediante el programa escrito en Acceleo, llamado generateSolidity.mtl (Figura 2), ejecutamos la transformación m2t, para generar el código fuente del SC llamado GestionPacientes.sol. En la Figura 3, se puede ver una parte del código fuente generado. Este SC es dedicado a la gestión de pacientes en un entorno sanitario, con este, se pueden ejecutar funciones, tales como registro y consulta de pacientes.

```
GestionPacientes.sol
1 //SPDX-License-Identifier: MIT
2 pragma solidity 0.8.19;
3 contract GestionPacientes{
4
5     string public IDPaciente;
6     string public nombrePaciente;
7     int public edadPaciente;
8
9     mapping(string => string) public MPaciente;
10
11     event EjecutarFuction();
12
13     struct Paciente {
14         string IDPaciente;
15         string nombrePaciente;
16         int edadPaciente;
17     }
18
19     Paciente [] public pacientes_datos;
20
21     function ConsultarPacientes(string memory ID)
```

Figura 3. Contrato Inteligente para la gestión de pacientes.

D. Implementación y Despliegue.

La implementación del SC generado se realizó mediante el IDE Remix⁵, dedicada netamente al desarrollo, compilación, despliegue y test de SCs programados en Solidity. En la Figura 4, se pueden ver los resultados de todo este proceso.

El despliegue del contrato fue satisfactorio. Los resultados indican que nuestro metamodelo es capaz de generar muchos de los elementos requeridos en los SCs para plataformas de BC Ethereum, conservando la sintaxis propia del lenguaje de programación solidity.

```
[vm] from: 0x5B3...eddC4 to: GestionPacientes.(con
hash: 0x01b...63bd7

status                               true Transaction mined and execution
transaction hash                     0x01b8e5764fedf131782b127c8e45a7d855
block hash                           0x74204327b1307a4e729bb3b78d2a8e2fd7
block number                         2
contract address                     0xd8b934580fcE35a11B58C6D73aDeE468a2
from                                 0x5B380a6a701c568545dCfcB03FcB875f56
to                                   GestionPacientes.(constructor)
```

Figura 4. Despliegue del SC GestionPacientes.sol

III. CONCLUSIONES

En este artículo se presenta una herramienta MDE para la generación de SCs en la plataforma de BC Ethereum, para el lenguaje de programación solidity. Esta herramienta está compuesta de un metamodelo, el cual es una abstracción de los elementos principales del lenguaje Solidity, que

⁵ <https://remix.ethereum.org/>



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

permite modelar los artefactos principales del lenguaje y así generar los SCs. Asimismo, la herramienta presenta una transformación m2t para la generación del código fuente de los SCs. También, se realizó una prueba de concepto referente a la gestión de pacientes en un entorno sanitario, en la cual se creó un modelo conforme al metamodelo presentado y mediante la m2t se generó el código fuente del SC para el registro y consulta de pacientes. En esta prueba, el SC fue implementado, desplegado y compilado en un entorno controlado, en el cual se muestran los resultados satisfactorios.

REFERENCIAS

- [1] B. Aldughayfiq and S. Sampalli, "Digital Health in Physicians' and Pharmacists' Office OMICS, vol. 25, no. 2, pp. 102–122, 2021, doi: 10.1089/omi.2020.0085.
- [2] W. Zou et al., "Smart contract development: Challenges and opportunities," IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 47, no. 10, pp. 2084–2106, 2019.
- [3] E. R. D. Villarreal, J. Garcia-Alonso, E. Moguel, and J. A. H. Alegria, "Blockchain for Healthcare Management Systems: A Survey on Interoperability and Security," IEEE Access, vol. 11, pp. 5629–5652, Jan. 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3236505.
- [4] P. Wackerow, "DOCUMENTACIÓN DE DESARROLLO DE ETHEREUM," Aug. 2022.
- [5] M. Hamdaqa, et. al, "icontractml: A domain-specific language for modeling and deploying smart contracts onto multiple blockchain platforms," dl.acm.org, pp. 34–44, Oct. 2020, doi: 10.1145/3419804.3421454.
- [6] M. Jurgelaitis, et.al, "MDA-Based Approach for Blockchain Smart Contract Development," (Switzerland), vol. 13, no. 1, Jul. 2023, doi: 10.3390/APP13010487.
- [7] J. Sánchez-Cuadrado, et. al "Bottom-up meta-modelling: An interactive approach," MODELS 2012, Innsbruck, Austria, 2012. Proceedings 15, 2012, pp. 3–19.



ANÁLISIS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TRANSMISIÓN 5G NR EN TRES LOCALIDADES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, EN LAS BANDAS C (3.5 GHZ) Y K(26 GHZ)

ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF A 5G NR TRANSMISSION NETWORK IN THREE BOGOTÁ'S LOCATIONS IN C (3.5 GHZ) AND K (26 GHZ) BANDS

Velásquez Bustos, Jairo^{1*}, Rico-Martínez, Mónica¹, Parra Mogollón, Héctor¹

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, Colombia

*correo electrónico del autor de correspondencia

Resumen - Este trabajo de investigación, comprende la planeación de un estudio técnico para la implementación de una red de transmisión 5G-NR en las localidades de Suba, Usaquén, Engativá, de la ciudad de Bogotá, mediante el levantamiento de información para caracterizar los indicadores KPI aplicables a una red 5G-NR, de conformidad con los estándares internacionales establecidos, asimismo se diseñan los escenarios de prueba para la medición de indicadores de la red de acceso, y se efectúan simulaciones con la herramienta Xirio en las localidades mencionadas, con el fin de obtener un análisis comparativo de las radiofrecuencias en las bandas C y K, las cuáles son bandas que la tecnología 5G ha venido implementando en el mundo. El análisis realizado, será de gran utilidad a operadores que en un futuro cercano implementarán dicha tecnología en el país y en la ciudad de Bogotá.

Palabras clave— Sistemas de transmisión móvil, 5G, Redes de telecomunicaciones

Abstract - This research work includes the planning of a technical study for the implementation of a 5G-NR transmission network in the towns of Suba, Usaquén, Engativá, in the city of Bogotá, by collecting information to characterize the applicable KPI to a 5G-NR network, in accordance with established international standards, test scenarios are also designed for the measurement of indicators of the access network, and simulations are carried out with the Xirio tool in the mentioned locations, with the aim of in order to obtain a comparative analysis of the radio frequencies in the C and K bands, which are bands that 5G technology has been implementing in the world. The analysis carried out will be very useful to operators that in the near future will implement this technology in the country and in the city of Bogotá.

Keywords— Mobile transmission system, 5G, Telecommunication networks.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La tecnología 5G[1], considerada en el nuevo paradigma móvil de las telecomunicaciones, inició en Colombia[2] una verdadera revolución, cambiando las formas y costumbres de comunicación de personas, empresas y otros usuarios, quienes serán beneficiarios exclusivos del potencial de servicios y soluciones, soportados con altas velocidades, amplias autopistas y redes heterogéneas, permitiendo con mayor versatilidad la conexión dinámica en tiempo real de todo tipo de objetos acondicionados con dispositivos inteligentes para tener conectividad de múltiples dispositivos y desarrollar así infinidad de tareas beneficiosas para la sociedad, que van desde incrementar la productividad de las empresas, hasta ayudar a combatir fenómenos de inseguridad y delincuencia que generalmente afectan a la mayoría de centros urbanos del país.

Se justifica la implementación de la tecnología de red 5G en la ciudad de Bogotá, teniendo en cuenta el acelerado crecimiento de la población, desarrollo de la industria 4.0, incremento de negocios y sinnúmero de actividades dinamizadoras como: Educación, deportes, turismo, asistencia médica, entre otras; las cuales demandan gran cantidad de servicios y recursos de sistemas de comunicaciones inalámbricas; motivo por el cual, es imperativo la migración de estos sistemas, para que sean soportados por nuevas tecnologías avanzadas de comunicaciones, que satisfagan las necesidades técnicas y de expansión, que difícilmente pueden

ser atendidas en estos momentos con la tecnología actual de red 4G[3].

En consecuencia, es prioritario evolucionar a la tecnología de red 5G, que promete mayores bondades y beneficios con la fusión de la industria 4.0, que además de las comunicaciones móviles, propiciará novedosos desarrollos tecnológicos en áreas de Internet de las Cosas (IoT)[4], Big Data, ciudades inteligentes (Smart City)[5], comunicación máquina a máquina (M2M)[6], entre otras modalidades inteligentes.

De esta manera, se busca un cambio tecnológico avanzado en las comunicaciones móviles y automatización de procesos industriales, lo cual inducirá a nuevas ideas de negocios, valores agregados, creación de nuevos empleos dignos y por supuesto, un mayor desarrollo económico que toda seguridad es de gran beneficio para las empresas, población y comunidad en general.

Para satisfacer esta demanda creciente de servicios móviles y conectividad inteligente, es prioritario utilizar las frecuencias de la banda C(3,3 a 4,2 GHz) (n48, n77, n78)[7] de manera compartida, aprovechando la ventaja de esta porción del espectro electromagnético, por contener más ancho de banda para las comunicaciones de red 5G y presentar muy baja susceptibilidad a la atenuación por lluvias. De otro lado, esta banda es la primera concertada internacionalmente para el despliegue de la red 5G en el mundo.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Así mismo, el uso de banda K(18-27 GHz) (n258) [8], cuyas frecuencias del espectro electromagnético ofrecen altas velocidades de banda ancha de forma compartida y brinda excelentes servicios a las empresas operadoras de internet satelital y comunicaciones móviles. Esta banda milimétrica, ofrecen un buen rendimiento al soportar altas velocidades y bajas latencias muy apropiadas para satisfacer la demanda creciente de servicios móviles en áreas de alta densidad de tráfico. Es de resaltar, que las frecuencias de la banda K son usadas ampliamente en China y otros países con excelentes resultados.

En síntesis, la tecnología 5G, ofrece excelentes ventajas, especialmente en procesos de transmisión de diferentes tipos de archivos (Voz, datos, video, etc), como lo menciona la fuente de MinTIC "Por ejemplo, descargar un archivo de 800 MB bajo la tecnología 3G puede tomar 26 minutos y 40 segundos, a una tasa promedio de 4 kbps, y alrededor de 4 minutos y 16 segundos bajo la velocidad típica de 4G de 25 Mbps. Con 5G puede tomar 0,3 segundos debido a su tasa de transmisión de 20 Gbps[9] .

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se considera necesario y justificable realizar la presente investigación para determinar la viabilidad de implementar en las localidades de Suba, Usaquén, Engativá, de la ciudad de Bogotá, una red 5G-NR de telefonía móvil, mediante simulaciones de cobertura e interferencias a través de la herramienta XIRIO[10], que dé solución a toda la problemática de comunicaciones que afecta este sector

del norte de la ciudad, y de esa manera obtener un estudio documentado que sirva a operadores en la implementación de éstas redes y con ello lograr mayor acceso de usuarios al sistema, incrementar la velocidad, disminuir la latencia de llamadas y el beneficio de reducción de costos en el mediano plazo, lo cual conllevará en un futuro cercano a tener usuarios plenamente satisfechos en materia de comunicaciones móviles celulares.

Se plantea entonces, desarrollar en las localidades de Suba, Usaquén y Engativá de la ciudad de Bogotá, un estudio para implementar una red de transmisión 5G-NR de telefonía móvil. Con base en lo analizado anteriormente, en este trabajo se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo realizar un estudio técnico para la implementación de una red estándar 5G-NR en las bandas C (3,5 GHz) y K (26 GHz) de las localidades de Suba, Usaquén, Engativá de la ciudad de Bogotá?

Para dar respuesta a la pregunta planteada, el desarrollo del proyecto comprende la ejecución de cuatro (4) etapas aplicando la metodología analítica PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) [11], basada en indagar y buscar la verdad de los elementos, datos e información allegadas a la investigación. En la etapa de planificación se identificó la problemática referente a comunicaciones móviles en las localidades de Suba, Engativá y Usaquén de la ciudad de Bogotá y se planificaron las actividades pertinentes para el logro de los resultados del proyecto. En la etapa de hacer se



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

realizaron las tareas planificadas en concordancia con los objetivos propuestos, a fin de establecer la factibilidad y viabilidad de implementación de una red 5G-NR en las tres (3) localidades de Bogotá. En la etapa de verificar se efectuaron tareas de comprobación de las simulaciones de cobertura radioeléctrica en las tres (3) localidades con la herramienta Xirio Online. Por último, en la etapa de Actuar, se desarrollaron las actividades finales del proyecto encaminadas a plantear mejoras en las comunicaciones móviles con la simulación de redes 5G NR en las tres (3) localidades de Bogotá

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente proyecto de investigación se realizaron simulaciones para las 3 localidades de cobertura e interferencias tanto en la banda C como en la banda K. A continuación, se expondrán los resultados de cobertura por localidad.

A. Localidad de Suba

En la Figura 1, se presenta el resultado del estudio de la cobertura radioeléctrica discriminada por niveles con rangos de colores de la localidad de Suba, donde se indica por sectores la magnitud de intensidad o potencia de la señal radioeléctrica, clasificada en categorías de Excelente, Buena, Regular y Nula.

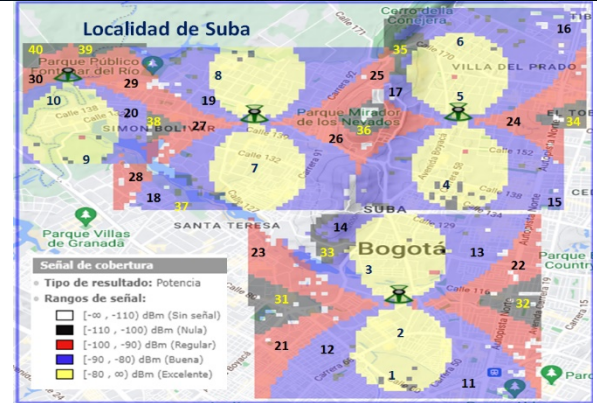


Figura 1. Cobertura 5G- Localidad de Suba- banda C

Como se puede observar en la figura, el color amarillo denota un excelente nivel de potencia RSRP (Reference Signal Received Power), el color azul denota un nivel de potencia buena y el color rojo denota un nivel de potencia regular. Los niveles de RSRP son tomados de acuerdo con el estándar reléase 15[12], que nos indica los niveles de recepción de potencia. Los números corresponden a ubicaciones aleatorias tomadas para realizar análisis comparativo de las dos bandas de frecuencia simuladas.

En esa misma gráfica también se puede observar que con las antenas ubicadas (siete en total) se tiene cobertura en toda la localidad. Asimismo, en la configuración de la simulación se estableció que cada sector tiene la demanda total de 313.168 usuarios Indoor (25%) y 939.506 usuarios Outdoor (75%), que corresponde a la población de la localidad.

En la figura 2, se expone los resultados de cobertura para la localidad de Suba en la banda de



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

26GHz. Para esta simulación se mantuvo la misma configuración que la banda de 3.5GHz, en cuanto a número de usuarios, cantidad de antenas empleadas, y niveles de potencia RSRP. Sólo se modificó la ubicación con el fin de realizar otro análisis.

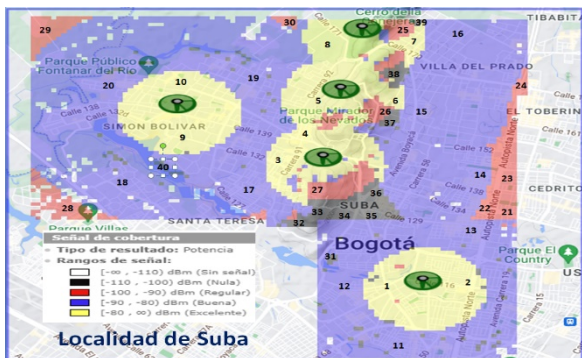


Figura 2. Cobertura 5G- Localidad de Suba- banda K

Como se puede observar se da cobertura a toda la localidad, en los niveles excelente, bueno y regular, sin embargo, se reduce el nivel de potencia excelente a un área más pequeña. Esto es debido a que, a una mayor frecuencia, la longitud de onda es más pequeña y por tanto el alcance es más limitado.

B. Localidad de Engativá

En la figura 3, se observa la simulación de cobertura para la localidad de Engativá. En esta localidad se tuvo en cuenta una demanda total de 203.814 usuarios Indoor (25%) y 611.444 usuarios Outdoor (75%). Se ubicaron 6 antenas directivas con polaridad simple. Los niveles de RSRP se mantuvieron iguales que en la simulación de la localidad de Suba, denotada por colores.

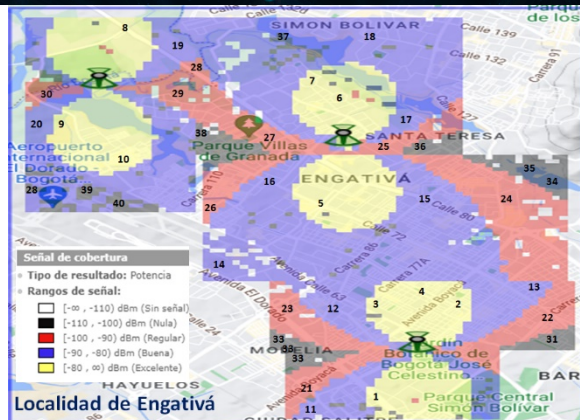


Figura 3. Cobertura 5G- Localidad de Engativá- banda C

Como se puede observar con las seis antenas ubicadas en los 3 puntos geográficos de la localidad que se observan en la figura 3, dan cobertura a toda la localidad. Los puntos blancos y negros denotan las zonas donde la señal es deficiente o no hay señal y como se observa esos puntos ya inclusive pertenecen a otra localidad.

En la figura 4, se observa la simulación de cobertura para la localidad de Engativá operando en la banda K. Para esta simulación se cambiaron las antenas de ubicación, con lo que se logra reducir de 6 a 4 antenas.

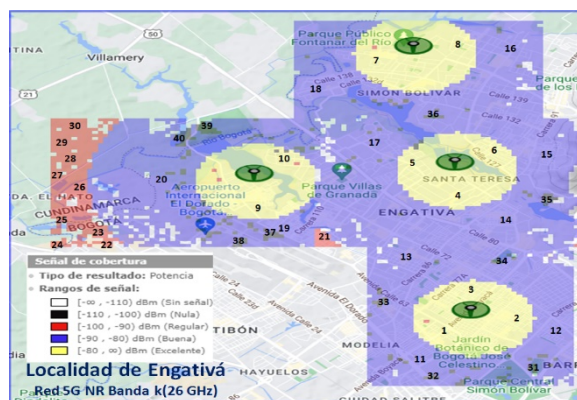


Figura 4. Cobertura 5G- Localidad de Engativá- banda K

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



En este caso como se tiene antenas con polarización vertical las cuales emiten y reciben en todas las direcciones, conlleva a que el área con cobertura excelente sea menor que en la cobertura de 3.5 GHz.

C. Localidad de Usaquén

En la figura 5 se observa la simulación del nivel de potencia recibido en la localidad de Usaquén en la banda de 3.5GHz. En esta configuración se tuvo en cuenta que en dicha localidad habitan 502.000 usuarios, por tanto, se configuraron 6 sectores, cada uno con una demanda total de 25.100 usuarios Indoor (25%) y 75.300 usuarios Outdoor (75%). En la gráfica se observan 3 emplazamientos, los cuales tienen cada uno dos antenas.

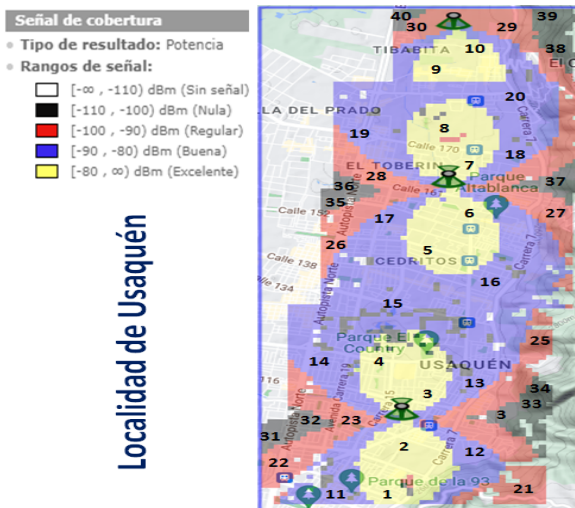


Figura 5. Cobertura 5G- Localidad de Usaquén- banda C

En la figura 6. Se observa la simulación de RSRP en la banda de 26 GHz. Allí también se ubican 3 emplazamientos, cada uno con una sola antena y se establecen los mismos

parámetros de capacidad mencionados para 3.5GHz.

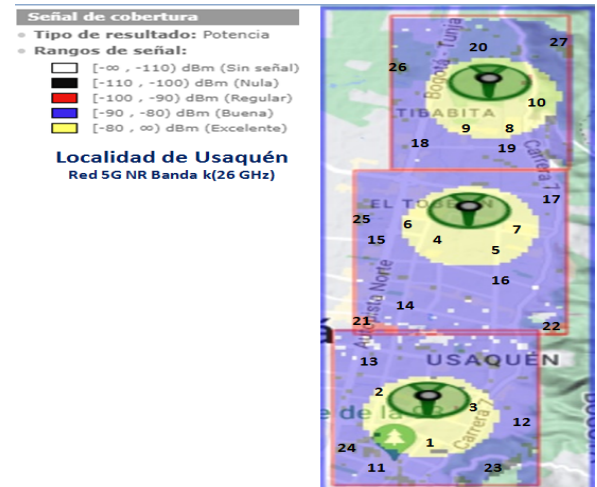


Figura 5. Cobertura 5G- Localidad de Usaquén- banda K

Se observa que a pesar de que se ubicaron en casi el mismo punto geográfico, la antena es de polarización vertical y omnidireccional, lo que genera un área de cobertura excelente menor al alcanzado en la banda C, pero se logra cobertura en toda la localidad con nivel bueno. En ese sentido el tipo de antena afecta la simulación independientemente de la frecuencia.

III. CONCLUSIONES

Mediante el trabajo de investigación se pudo realizar un análisis comparativo de las radiofrecuencias en las bandas C y K, con el fin de brindar una herramienta a los operadores de las redes móviles 5G, cuando se apruebe e implemente la tecnología en el país.

En todas las simulaciones realizadas se alcanza un 95% de cobertura en cada localidad. Lo anterior permite



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

evidenciar la ubicación y la cantidad de antenas que pertenecen a la RAN (Radio Access Network) que se deben tener en cuenta en tres localidades importantes en la ciudad de Bogotá. Los parámetros configurados permiten atender la población completa de cada localidad sin dejar usuarios sin atender.

Al variar la antena de ubicación, independientemente de la frecuencia se afecta el área de cobertura, esto es importante porque se demuestra que el número de antenas se puede optimizar así se esté trabajando en una frecuencia más alta, la cual tiene menor longitud de onda y menor alcance.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por la financiación del proyecto de Investigación PG 3502ECBTI2022.

REFERENCIAS

- [1] W. Xiang, K. Zheng, and X. S. Shen, "5G mobile communications," *5G Mobile Communications*, pp. 1–691, Jan. 2016, doi: 10.1007/978-3-319-34208-5/COVER.
- [2] S. V. Beltrán *et al.*, "PLAN DE ACCIÓN PROCESO DE SELECCIÓN OBJETIVA: CAMINO PARA LA OPORTUNA MASIFICACIÓN DE 5G PLAN DE ACCIÓN PROCESO DE SELECCIÓN OBJETIVA: CAMINO PARA LA OPORTUNA MASIFICACIÓN DE 5G AÑO 2022 Ministra de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Sandra Milena Urrutia Pérez Viceministro de Conectividad",
Accessed: Aug. 17, 2023. [Online]. Available: www.mintic.gov.co
- [3] B. Raghothaman, E. Deng, R. Pragada, G. Sternberg, T. Deng, and K. Vanganuru, "Architecture and protocols for LTE-based device to device communication," in *2013 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)*, IEEE, Jan. 2013, pp. 895–899. doi: 10.1109/ICCNC.2013.6504208.
- [4] M. Chiang and T. Zhang, "Fog and IoT: An Overview of Research Opportunities," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 3, no. 6. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., pp. 854–864, Dec. 01, 2016. doi: 10.1109/JIOT.2016.2584538.
- [5] A. L. Imoize, K. Orolu, and A. A. A. Atayero, "Analysis of key performance indicators of a 4G LTE network based on experimental data obtained from a densely populated smart city," *Data Brief*, vol. 29, p. 105304, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.DIB.2020.105304.
- [6] J. Alonso-Zarate and M. Dohler, "M2M communications in 5G," *5G Mobile Communications*, pp. 361–379, Jan. 2016, doi: 10.1007/978-3-319-34208-5_13.
- [7] IEEE, "Standards - IEEE 5G," *IEEE*. <https://futurenetworks.ieee.org/standards> (accessed Dec. 11, 2018).
- [8] M. Shafi *et al.*, "5G: A tutorial overview of standards, trials, challenges, deployment, and practice," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 35, no. 6, pp.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



1201-1221, Jun. 2017, doi:
10.1109/JSAC.2017.2692307.

[9] C. Ligia *et al.*, "Documento Soporte y Consulta Pública Desarrollo 5G en Colombia".

[10] "Manual XIRIO." <https://www.xirio-online.com/web/help/es/index.htm> (accessed Jul. 10, 2022).

[11] Zapata Amparo, *Ciclo de la calidad PHVA - Google Libros*, Ingenio Propio., vol. 1. Bogotá, 2016. Accessed: Aug. 13, 2023. [Online]. Available:

https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=FgT2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT130&dq=phva&ots=InVjsHAAht&sig=3cCnovj0A6vjuQSsaEX24EjWXpY&redir_esc=y#v=onepage&q=phva&f=false

[12] 3GPP, "Release 15. Technical specification Group services and systems aspects," *3GPP*. <http://www.3gpp.org/release-15> (accessed Dec. 11, 2018).



LA TRANSFORMACION DIGITAL DE LAS MYPES EN COLOMBIA: ENFOQUE EXPLORATORIO DE BRECHAS HACIA LA INDUSTRIA 5,0.

THE DIGITAL TRANSFORMATION OF MYPES IN COLOMBIA: EXPLORATORY GAP APPROACH TOWARDS INDUSTRY 5.0.

Figuerola Peinado, Woody*, González Silva, Julio Cesar ², Vásquez-Bernal, Oscar
Alejandro ³, Rocha Medina, Linda Bibiana Rocha Medina ⁴

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Transversal 31 # 12 - 38 sur,
Bogotá D.C, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Transversal 31 # 12 - 38 sur,
Bogotá D.C, Colombia

³Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Transversal 31 # 12 - 38 sur,
Bogotá D.C, Colombia

⁴Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Transversal 31 # 12 - 38 sur,
Bogotá D.C, Colombia

[*woody.figueroa@unad.edu.co](mailto:woody.figueroa@unad.edu.co), oscar.vasquez@unad.edu.co,
julio.gonzalez@uniminuto.edu.co , linda.rocha@unad.edu.co

Resumen - El presente documento se enmarca como un avance de la investigación Áreas críticas de estudio en la logística y redes de valor en las micro y pequeñas empresas (MYPES) de los nodos regionales de la UNAD en Colombia, desde la óptica del ODS 9, en el que se hace una revisión documental sobre los avances en la incorporación de tecnologías en las micro y pequeñas empresas (MYPES) en Colombia, identificando las brechas y desafíos en la ruta hacia la industria 5,0. La metodología empleada es exploratoria de enfoque cualitativo a partir de fuentes secundarias de autores desde el marco institucional colombiano presentando las tecnologías más utilizadas en las MYPES, así como la consulta de fuentes académicas de contexto en torno a la industria 5.0, presentando los avances en la adopción de tecnologías básicas, en las operaciones y avanzadas, e identificando la brechas hacia la industria 5,0 que requiere un cambio de paradigma centrado en el ser humano y orientando los modelos de negocio hacia resolver las problemáticas globales de sostenibilidad enmarcados en los objetivos de desarrollo sostenible,

Palabras Clave – Industria 5,0, Industria 4.0, micro y pequeña empresa, digitalización, brechas, objetivos de desarrollo sostenible, ODS 9.

Abstract - This paper is framed as an advance of the research Critical areas of study in logistics and value networks in micro and small enterprises (MYPES) of the



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



regional nodes of the UNAD in Colombia, from the perspective of SDG 9, in which a documentary review is made on the progress in the incorporation of technologies in micro and small enterprises (MYPES) in Colombia, identifying the gaps and challenges on the road to industry 5.0. The methodology used is an exploratory of qualitative approach from secondary sources of authors from the Colombian institutional framework presenting the most used technologies in the MYPES, as well as the consultation of academic sources of context around the industry 5.0, presenting the advances in the adoption of basic technologies, in the operations and advanced, and identifying the gaps towards the industry 5.0 that requires a change of paradigm centered in the human being and orienting the business models towards solving the global problems of sustainability framed in the objectives of sustainable development.

Keywords – Industry 5.0, Industry 4.0 and manufacture, micro and small companies, digitalization, sustainable development goals, SDG-9.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Este documento es un resultado parcial de los avances en la investigación en Áreas críticas de estudio en la logística y redes de valor en las MYPES de los nodos regionales de la UNAD en Colombia, desde la óptica del ODS 9. En esta fase inicial, la investigación es exploratoria de enfoque cualitativo, basándose en la revisión de fuentes secundarias de autores de organizaciones e instituciones en Colombia referente a estudios realizados de caracterización de la digitalización de las empresas en particular de las MYPES, a su vez se realiza la búsqueda en bases de datos SCOPUS y WEB OF SCIENCE de "INDUSTRY 5.0", entre el 2017 a 2023, priorizando los resultados por relevancia, haciendo un análisis descriptivo de autores que conlleva a identificar los avances en la transformación digital de las MYPES colombianas en la ruta de la industria 5.0.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El término MYPE hace referencia en esta investigación al tamaño empresarial que agrupa micro y pequeñas empresas. En Colombia, a partir del decreto 957 de 2019, el tamaño empresarial de las MYPES las cataloga con ingresos anuales que oscilan en pesos colombianos entre COP\$999 a 18.000 millones. [1]. Las MYPES representan el 99,6% del tejido empresarial colombiano, siendo los sectores de más participación: sector comercio (22,5%), actividades profesionales y técnicas, (14,3%), construcción (10,4%) e industrias manufactureras (10,3%). [2]. Desde el punto de vista normativo, se ha venido generando un marco institucional en torno a la modernización y el desarrollo tecnológico [3], las inversiones en ciencia, tecnología e innovación, sí como la regulación de modelos de negocio innovadores [4], que se consolidan dentro de la definición del alcance y organización del Sistema Nacional de Innovación referente a las instituciones y mecanismos para la promoción de la innovación y la



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

competitividad desde las regiones. [5]. La transformación digital en las MYPES en Colombia ha sido un proceso desarrollado por etapas, desde la adopción de tecnologías básicas de comunicación, las tecnologías para las operaciones y las tecnologías avanzadas.

Adopción de tecnologías básicas en las MYPES

El proceso de transformación digital en las MYPES, a cifras de 2017, Colombia tiene una tenencia alta en el acceso al uso de canales digitales, expresado en la conectividad en internet para las micro y pequeñas empresas respectivamente (72% y 97%), participación en redes sociales (44% y 65%). Por su parte se identifica una tenencia media en los servicios en la nube (46%). [6]. A cifras de 2022, se tiene una mejora en la adopción de tecnologías básicas, fundamentalmente orientadas hacia un mayor desarrollo y uso de la web propia (58.6% y 70.6%), mayor participación en redes sociales con fines comerciales (71% y 79.1%) y una mejora en el desarrollo de la banca digital (64.4% y 67.7%). [7].

Adopción de tecnologías para las operaciones en las MYPES

La incorporación de tecnologías para el desarrollo de las operaciones en las MYPES corresponde a la utilización de recursos para la planeación (ERP) y recursos para la colaboración (CRM). Los recursos de mayor penetración son los paquetes de software contable (74% y 94%), software de inventarios (71% y 74%). [6]. A cifras de 2022, se tiene una mejora en el uso de ERPs como sistemas integrados de gestión (54.4% y 58.8%). [7]. Las barreras

percibidas son predominantemente porque la consideran una herramienta necesaria solo para algunas actividades, siendo particularmente escépticas (32% y 54%). [6].

Adopción de tecnologías avanzadas en las MYPES

Las tecnologías avanzadas adoptadas en las MYPES son los dispositivos de localización y el internet de las cosas (IOT), (48,4% y 54,3%), ciberseguridad (37,5% y 52,2%), y la utilización de Big Data y softwares de análisis de datos (35,7% y 47,3%). En contraste, la robotización y sensorización un presentan una tenencia baja (26.5% y 34,3%) [7].

Brechas hacia la industria 5.0 en las MYPES

El concepto Brecha o "rotura" es definido por la RAE como la "diferencia o distancia entre situaciones, o grupos de personas, especialmente por la falta de unión o cohesión. [8]. En términos de brechas digitales, se considera como la distancia que existe entre personas que tienen acceso a las tecnologías de información y comunicación (TIC), siendo de tres tipos: brecha de género, brecha social y brecha de acceso universal. Esta última refiere a las diferencias en habilidades y capacidades, entre quienes acceden, pueden manejar la tecnología digital y tienen acceso al entorno que esta le proporciona. [9]. En términos de valoración sobre la importancia de las tecnologías digitales para las MYPES, las menos valoradas son la robotización y sensorización, aunque las MYPES conocen las posibilidades y ventajas de la digitalización, consideran que este factor tiene una incidencia menor en el



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

modelo de negocio, por lo tanto, se destina menos recursos en la formación del talento humano por los altos costos de inversión y la falta de recursos. [7]. Las MYPES comparadas con la mediana empresa presentan brechas relevantes, en el uso de las tecnologías para las operaciones (20 puntos porcentuales) y las tecnologías avanzadas (30 puntos porcentuales). [7].

Tabla 1. Adopción de tecnologías en las MYPES

us 111725

BASICAS	
TECNOLOGIA	TENENCIA
Conectividad en internet	ALTA
Desarrollo y uso página web propia	
Redes sociales uso comercial	MEDIA
Banca Digital	
Servicios en la nube.	
OPERACIONES	
Software contable	ALTA
Software inventarios	MEDIA
Planeación Sistema integrado de gestión (ERP)	
Colaboración (CRM)	MEDIA-BAJA
TECNOLOGIAS AVANZADAS	
IOT	MEDIA
Ciberseguridad	BAJA
Big Data y análisis datos	
Robotización - sensorización	

Nota: Adopción de tecnologías en las MYPES. Fuente: Basado en: [6] [7]

La industria 5.0 plantea un nuevo paradigma hacia crear sociedades 5.0, que permitan no solamente enfocar el desarrollo hacia la competitividad sino más bien hacia el bienestar y la sostenibilidad, centrado en el ser humano, que responda a los problemas globales reflejados en los objetivos sostenibles generando un impacto positivo en la sociedad. [10] [11].

La industria 5,0 busca integrar las tecnologías innovadoras con agentes humanos, en la generación de valor, para lo cual se requieren soluciones innovadoras que favorezcan la colaboración humana e inteligencia artificial (IA), en el diseño de procesos. [11].

III. CONCLUSIONES

Se hace una revisión exploratoria de tipo cualitativo sobre la transformación digital de las MYPES en Colombia. Se identifica el grado de avance en la adopción de tecnologías básicas, en las operaciones y avanzadas. Existe una brecha relevante de las MYPES comparado con las medianas empresas, es por esto por lo que se requiere una mayor sensibilización sobre la importancia de adoptar tecnologías avanzadas de la Industria 5,0 para la innovación organizacional que aseguren la competitividad y la sostenibilidad, aportando a resolver las problemáticas globales definidas en los objetivos de desarrollo sostenible, particularmente desde el ODS-9.



REFERENCIAS

- [1] República de Colombia, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (junio 05 de 2019). Decreto 957 por el cual se adiciona el capítulo 13 al Título 1 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1074 de 2015. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/555adb9d-8a48-45f3-a2a5-1ee9b35b2d09/Decreto-957-Por-el-cual-se-adiciona-el-capitulo-13.aspx>
- [2] Confecámaras (2022). Dinámica de creación de empresas en Colombia. [https://confecamaras.org.co/phocadownload/2022/Din%C3%A1mica de Creaci%C3%B3n de Empresas Enero - Dic 2022.pdf](https://confecamaras.org.co/phocadownload/2022/Din%C3%A1mica%20de%20Creaci%C3%B3n%20de%20Empresas%20Enero%20-%20Dic%202022.pdf)
- [3] Congreso de la República de Colombia (agosto 02 de 2004). Ley 905 de 2004 por el cual se modifica la Ley 590 de 2000, sobre la promoción y el desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=14501>
- [4] Congreso de la República de Colombia (diciembre 31 de 2020). Ley 2069 de 2020 por medio del cual se impulsa el emprendimiento en Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=160966>
- [5] Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (Septiembre 11 de 2019). Decreto 1651 de 2019 por el cual se adiciona el título 8 a la Parte 1 del Libro 2 del Decreto 1081 de 2015, Decreto Reglamentario Único del Sector Presidencia de la República, para establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación. <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201651%20DEL%2011%20DE%20SEPTIEMBRE%20DE%202019.pdf>
- [6]. Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación (2018). Caracterización de las Mipymes colombianas y conocimiento de su relación con las tecnologías de la información y las comunicaciones- TIC. https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-56356_recurso_1.pdf
- [7] Estudios Económicos ACOPI (2022). Digitalización y desarrollo sostenible de la Mipyme en Colombia. https://www.acopi.org.co/wp-content/uploads/2022/11/DigitalizacionDesarrolloSostenible_compressed.pdf
- [8] DECEL (2023). Etimología de brecha. [http://etimologias.dechile.net/?brecha#:~:text=La%20palabra%20brecha%20\(rotura%20del,y%20este%20del%20germ%C3%A1nico%20breham](http://etimologias.dechile.net/?brecha#:~:text=La%20palabra%20brecha%20(rotura%20del,y%20este%20del%20germ%C3%A1nico%20breham)
- [9]. Digital Divide Council.(febrero 22 de 2019). What is the digital divide?. [blog]. <http://www.digitaldividecouncil.com/what-is-the-digital-divide/>



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



- [10] Comisión Europea, Dirección General de Investigación e Innovación, Breque, M., De Nul, L., Petridis, A., Industry 5.0 : towards a sustainable, human-centric and resilient European industryy, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407>
- [11] Attila Tóth a, László Nagy b, Roderick Kennedy c, Belej Bohuš a, János Abonyi b, Tamás Rupper. (2023) The human-centric Industry 5.0 collaboration architecture. MethodsX, 11, 102260 <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102260>



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



NANOPARTÍCULAS DE ZNO SIN DOPAR Y DOPADAS CON COBALTO (2%), COMO POSIBLE MATERIAL PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

UNDOPED ZNO NANOPARTICLES DOPED WITH COBALT (2%), AS A POSSIBLE MATERIAL FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

Torres Guzmán, Margoth Lorena^{1*}, Aguilar Paz, Carol^{2,3}, Diosa, Jesús Evelio^{2,3},
Mosquera, Edgar^{2,3}, Lopera Wilson²

, ¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Avenida Roosevelt 36-60, Cali,
Colombia

²Universidad del Valle, Departamento de Física, Ciudad Universitaria Meléndez Calle
13 #100-00, Santiago de Cali, Colombia.

³Centro de Excelencia en Nuevos Materiales, Ciudad Universitaria Meléndez Calle 13
#100-00, Santiago de Cali, Colombia.

*Margoth.torres@unad.edu.co

Resumen – El óxido de zinc (ZnO) es un material semiconductor tipo II-VI, que ha sido ampliamente estudiado en los últimos años debido a sus propiedades físicas, entre ellas sus propiedades ópticas y eléctricas considerando el interés en desarrollar componentes para aplicaciones optoelectrónicas. En el presente trabajo se obtuvieron nanopartículas de ZnO, mediante el método de precursor polimérico, sin dopar y dopado con Cobalto al 2 %. El material obtenido fue caracterizado utilizando espectroscopia infrarroja con transformada de fourier (FTIR), Reflectancia Difusa UV-Vis (DR UV-Vis) y Difracción de rayos X (DRX). Los resultados indicaron que los grupos funcionales principales se deben a la vibración simétrica del enlace Zn-O y a los modos de vibración de tensión del enlace Zn-O. El valor de la brecha de energía se determinó entre 3.3 y 3.5 eV, respectivamente, los cuales están asociados a transiciones electrónicas que involucrarían orbitales localizados en el gap y que estarían asociados a los defectos presentes en las muestras. Este resultado es importante si se considera el potencial uso de estos sistemas en el estudio de fenómenos de fotodetección, y su uso en la sustitución de las actuales celdas solares, fabricadas con semiconductores tradicionales, ampliando de esta manera la búsqueda de materiales que sean óptimos para futuras aplicaciones en celdas solares en Colombia.

Palabras clave— Precursor polimérico, caracterización, Óxido de Zinc, Dopaje con Cobalto, DRX, FTIR, UV-Vis.



Abstract – Zinc oxide (ZnO) is a type II-VI semiconductor material, which has been widely studied in recent years due to its physical properties, including its optical and electrical properties considering the interest in developing components for optoelectronic applications. In the present work, ZnO nanoparticles were obtained using the polymeric precursor method, undoped and doped with 2% Cobalt. The material obtained was characterized using fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), UV-Vis Diffuse Reflectance (UV-Vis DR) and X-ray Diffraction (XRD). The results indicated that the major functional groups are due to the symmetric vibration of the Zn–O bond and the tensile vibration modes of the Zn–O bond. The value of the energy gap was determined between 3.3 and 3.5 eV, respectively, which are associated with electronic transitions that would involve orbitals located in the gap and that would be associated with the defects present in the samples. This result is important if we consider the potential use of these systems in the study of photodetection phenomena, and their use in replacing current solar cells, manufactured with traditional semiconductors, thus expanding the search for materials that are optimal for Future applications in solar cells in Colombia.

Keywords— Polymeric precursor, characterization, Zinc oxide.

I. MATERIALS AND METHODS

Las muestras de los sistemas de ZnO y ZnO (2% Co), se sintetizaron por el método de precursor polimérico. Cantidades estequiométricas de acetato de zinc (Merck 99%) y de acetato de cobalto (Alfa-Aesar 99.9%), y se disuelven en agua desionizada, y adicionadas a una mezcla de etilenglicol (Sigma-Aldrich 99%) y ácido cítrico (Merck 99.5%), en una relación de 4:1 molar, agitando continuamente a una temperatura de 70°C, hasta lograr una completa disolución del ácido cítrico en el Polialcohol. La solución resultante se mantuvo en agitación por aproximadamente 15 minutos, se agrega NH₄OH hasta llevarla al pH de trabajo (8,3), luego se calienta a 150°C para favorecer, las reacciones de poliesterificación y la conformación de la resina. La resina viscosa se calienta a 320 °C, por 4 horas, para eliminar la fase orgánica presente en el sólido. Se

macera la muestra y se calienta nuevamente a 550 °C, en horno Carbolite modelo RHF 1600 a una velocidad de calentamiento de 3 ° 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 permita obtener los óxidos de interés.

Posteriormente, los grupos funcionales presentes en las diferentes muestras de los sistemas obtenidos durante el proceso de síntesis fueron determinados por espectroscopia FTIR. Para la realización del ensayo se utilizó el espectrofotómetro Thermo Electron Nicolet IR 200 con el software EZOMINIC. Los espectros FTIR obtenidos se realizaron a una resolución de 16 cm⁻¹/s. Para un análisis detallado de los espectros FTIR obtenidos previamente, estos se analizaron mediante el uso del software

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Fityk 0.8.6 (Marcin Wojdyr) entre 800-400 cm^{-1} utilizando curvas gaussianas simétricas. Las fases cristalinas presentes fueron identificadas obteniendo los difractogramas del sistema propuesto.

El equipo utilizado fue el Difractómetro X'Pert PRO MRD de PANalytical con una fuente de CuK α ($\lambda = 1.54 \text{ \AA}$). Los ensayos se realizaron a un voltaje de 40 kV a 2 $^{\circ}$ /min, a una corriente de 30 mA en el rango de medida 20-72 $^{\circ}$. Los resultados obtenidos fueron procesados y analizados usando el programa X-pert HighScore.

La espectroscopia de reflectancia difusa UV-Vis (UV-Vis-DRS) fue utilizada para determinar las transiciones electrónicas de las estructuras sólidas cuando se irradian con luz ultravioleta o visible. Con el espectro de absorción resultante, es posible obtener el valor de energía del ancho de banda de ancho. Los espectros de los polvos sintetizados se obtuvieron con un espectrofotómetro JASCO V-700 UV-Vis-NIR con esfera integradora, en el rango entre 200 y 800 nm, y a una velocidad de barrido de 100 nm/min.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Fig. 1.** se muestran los espectros FTIR correspondientes a las muestras obtenidas del sistema ZnO y ZnO dopada al 2 % de Cobalto y tratadas térmicamente a 550 $^{\circ}\text{C}$ durante 4 horas. Las bandas que predominan en los espectros FTIR de ambas muestras, corresponden a valores entre 370 y 500 cm^{-1} , los cuales corresponden a los modos de

estiramiento del enlace Zn-O. Además, en el espectro correspondiente a la muestra ZnO dopada con Zinc aparece una pequeña banda a 683 cm^{-1} asociada a los sistemas ZnO dopados con Cobalto. La banda alrededor de 2030 cm^{-1} se debe a los modos de estiramiento de los enlaces C-H y la banda en 1500 cm^{-1} debido a la vibración simétrica de los grupos C-O, presentes en la atmosfera [1], [2].

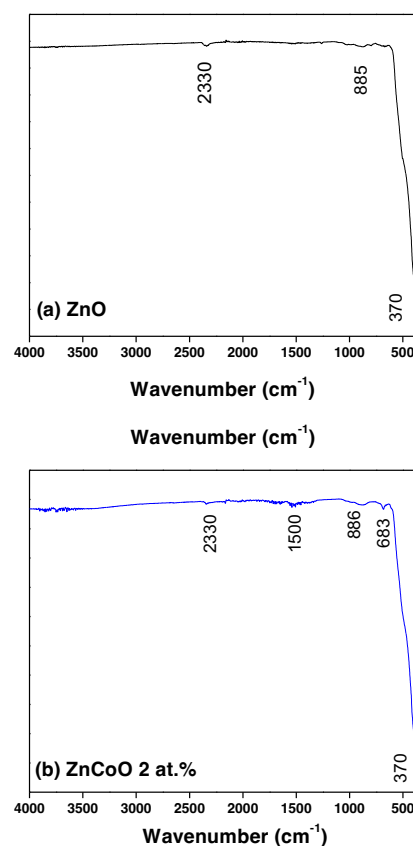


Figura 1. Espectros FTIR del sistema de ZnO.

En la **Fig. 2** se presenta el espectro de reflectancia difusa (DR UV-Vis) de los sistemas ZnO sin dopado y dopado con Cobalto al 2%, las bandas por debajo de 400 nm (3.1 eV) para

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



estos sistemas podría atribuirse a las transiciones electrónicas de los enlaces Zn-O [3].

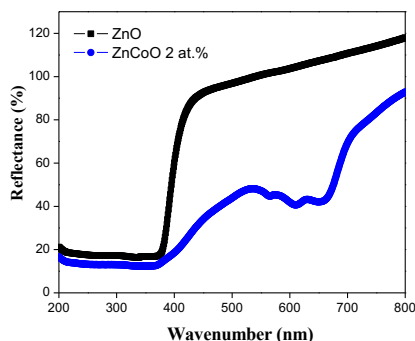


Figura 2. Espectros de reflectancia difusa de los sistemas ZnO sin dopar (línea negra) y dopado con 2 % de Cobalto (línea azul).

A partir de los datos de reflectancia UV-visible, se determinó el valor de energía de banda prohibida (E_g) utilizando la función de Kubelka y Munk. El valor E_g correspondiente a la transición directa, se determinó a partir de los gráficos $[F(R)hv]^2$ en función de $h\nu$, **Fig.3**; extrapolando la parte lineal de las curvas y definiendo el corte de la curva con el eje de la abscisa se obtuvo un valor de 3.3 y 3.5 eV para material no dopado y Co-dopado al 2 at.%, estos valores indican que los sistemas obtenidos son de naturaleza semiconductora y la diferencia en los valores de la banda prohibida con respecto a los reportados, podrían depender de las diferencias en el tamaño de partícula, así como en la naturaleza y concentración de defectos en diferentes ambientes coordinativos, defectos superficiales, entre otros, que generarían estados energéticos ubicados en el band gap [4], [5].

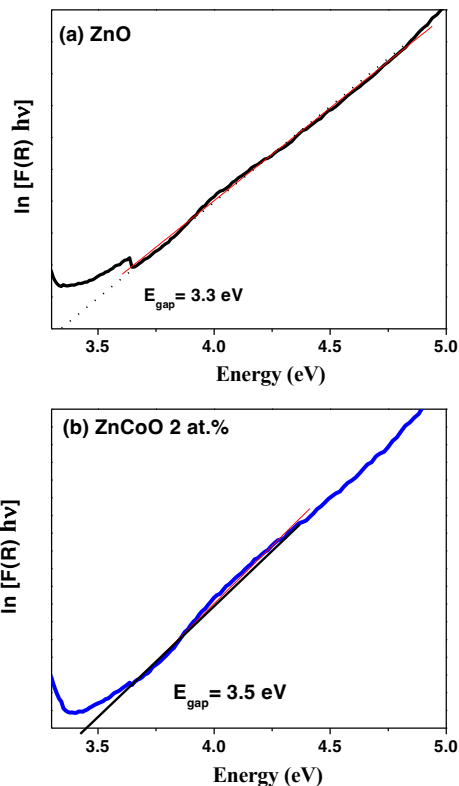


Figura 3. funciones de Kubelka-Munk correspondientes a muestras de (a) ZnO y (b) dopado con 2% de Cobalto.

El análisis de los patrones de difracción de rayos X (DRX) del sistema ZnO temperatura ambiente, se realizó usando el programa X'pert HighScore. La figura 4 ilustra los patrones DRX de las muestras sintetizadas a 550 °C, se observó en los resultados de rayos X que el sistema presentan una única fase con estructura hexagonal, con picos agudos indicando su naturaleza cristalina y coincidiendo con los patrones estándar de estos materiales [1], [4].

Los valores de los parámetros de la red obtenidos por refinamiento Rietvelt fueron $a = 3.24601 \text{ \AA}$, $b = 3.24601 \text{ \AA}$,

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



$c = 5.2005 \text{ \AA}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 90^\circ$ y $\gamma = 120^\circ$, Volumen = $47,4543 \text{ \AA}^3$ y un $\chi^2 = 4,288$ con respecto al ZnO no dopado para el material dopado con Cobalto al 2 at.%, se obtuvo una celda con los siguientes parámetros $a = 3.2506 \text{ \AA}$, $b = 3.2506 \text{ \AA}$, $c = 5.2082 \text{ \AA}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 90^\circ$ y $\gamma = 120^\circ$, Volumen = $47,6581 \text{ \AA}^3$ y un $\chi^2 = 2,673$, se encontró como fase cristalina única correspondiente a la estructura hexagonal espacio de grupo P63mc (186). El difractograma experimental en la Fig.4 se presentan los 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. 4** y utilizando la fórmula de Scherrer, dando como resultado un tamaño de cristalito de ~ 78.6 y 64.7 nm, respectivamente.

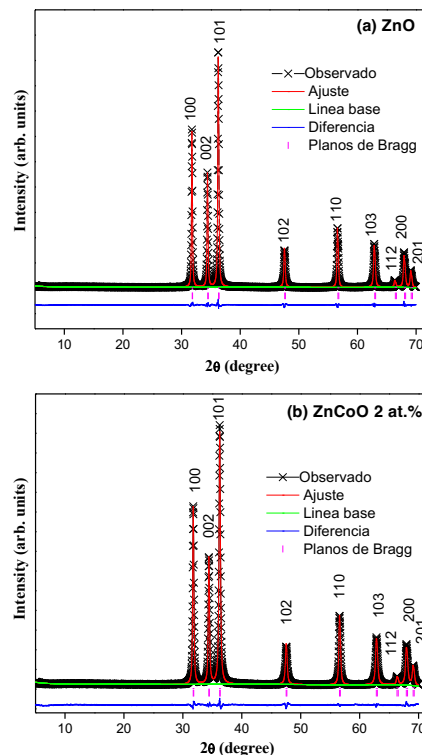


Figura 4. Difractogramas de rayos X de las muestras ZnO obtenida por el método Pechini, obtenidas a 550°C : (a) sin dopar y (b) dopada con 2 % de Co.

III. CONCLUSIONES

Utilizando el método de síntesis propuesto en este trabajo, se obtuvieron polvos cristalinos nano particulados de ZnO y Co-dopado al 2 at.%. Los resultados obtenidos de las curvas UV Vis- DRS, mediante la función Kubelka-Munk, mostraron un valor de la brecha de energía de 3.3 y 3.45 eV, asociado con un comportamiento semiconductor, con transiciones electrónicas que involucrarían orbitales localizados en el gap y que estarían asociados a los



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

defectos presentes en las muestras. Los polvos sintetizados a 550 °C presentaron un tamaño de partícula primario promedio de ~ 78,6 y 64,7 nm respectivamente y una fase cristalina única correspondiente a la estructura hexagonal espacio de grupo P63mc (186).

AGRADECIMIENTO

Los agradecimientos para la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por el financiamiento del proyecto PS3420202, por convocatoria interna, Obtención de fotodetector como futuras aplicaciones que solucionan la demanda energética en Colombia y al Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM) de la Universidad del Valle con el proyecto de Regalías BPIN 2021000100424, Fortalecimiento de la Alianza CENM - INCIMAR para incrementar la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico en remediación de contaminantes emergentes en el Valle del Cauca.

REFERENCIAS

- [1] J. Ashwini, T. R. Aswathy, A. B. Rahul, G. M. Thara, and A. S. Nair, "Synthesis and Characterization of Zinc Oxide Nanoparticles Using Acacia caesia Bark Extract and Its Photocatalytic and Antimicrobial Activities," *Catal. 2021, Vol. 11, Page 1507*, vol. 11, no. 12, p. 1507, Dec. 2021, doi: 10.3390/CATAL11121507.
- [2] P. Kumar and P. C. Pandey, "Investigations on absorption, photoluminescence and magnetic properties of ZnO: Co nanoparticles," *J. Sol-Gel Sci. Technol.*, vol. 80, no. 2, pp. 342–352, 2016, doi: 10.1007/s10971-016-4119-8.
- [3] Y. Lu, Y. Lin, D. Wang, L. Wang, T. Xie, and T. Jiang, "A High Performance Cobalt-Doped ZnO Visible Light Photocatalyst and Its Photogenerated Charge Transfer Properties," *Nano Res.*, vol. 4, no. 11, p. 1144, 2011, doi: 10.1007/S12274-011-0163-4.
- [4] J. Sherine, E. Indubala, H. Anish, and H. Seshadri, "Band gap engineering of ZnO by amino acid capping for optoelectronic and energy applications," *Int. J. Energy Res.*, vol. 45, no. 4, pp. 5922–5938, Mar. 2021, doi: 10.1002/ER.6214.
- [5] N. Turkten and M. Bekbolet, "Photocatalytic performance of titanium dioxide and zinc oxide binary system on degradation of humic matter," *J. Photochem. Photobiol. A Chem.*, vol. 401, p. 112748, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.112748>.



SISTEMA DE DETECCIÓN TEMPRANA DE MASTITIS BOVINA CON HERRAMIENTAS DE DEEP LEARNING

SYSTEM FOR EARLY DETECTION OF BOVINE MASTITIS WITH DEEP LEARNING TOOLS

Cuesta, Albeiro¹, Campaña, Sixto^{2*}, Aguirre, Adriana², López, David², Rosero, Rigoberto³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, CEAD JAG, Bogotá Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Calle 14 No 29-85, Pasto, Colombia

³Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Ciencias Aplicadas - CIDTCA, Calle 11 No 37-05, Pasto, Colombia

*sixto.campana@unad.edu.co

Resumen – En el marco de ejecución del proyecto denominado estudio e implementación de un modelo negocio con el apoyo de herramientas TIC, para una línea específica del sector productivo agropecuario de Colombia, que se viene desarrollando en alianza entre la UNAD y el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico CIDTCA, se ha identificado un problema que afecta a los productores de leche, principalmente en lo relacionado con el cuidado del ganado lechero, denominada mastitis bovina, que corresponde a una inflamación de la glándula mamaria, causada por una infección intramamaria y producida por bacterias, la cual afecta la producción y calidad de la leche, que según la Federación Colombiana de Ganaderos, causa una pérdida económica de alrededor del 20% en la producción de leche en Colombia, siendo la enfermedad que más afecta a las vacas lecheras con una tasa de prevalencia del 30% y significa entre el 3% y 5% de los costos totales de producción de leche en Colombia. Por lo anterior, se ha propuesto un sistema de detección temprana de la mastitis, utilizando para ello herramientas de Inteligencia Artificial (IA), específicamente aplicando técnicas de Deep Learning. La metodología que se viene aplicando en la propuesta corresponde a un proceso de recolección de información de ganado sano y con la patología mencionada, con el fin de desarrollar un modelo de IA que permita a los productores de leche identificar esta enfermedad haciendo uso de sus teléfonos celulares y tomar las medidas necesarias según sea el caso. Hasta la fecha se tienen como resultados, el diagnóstico de la población de productores lecheros a nivel nacional y del departamento de Nariño con respecto a la patología identificada, la definición de los pasos lógicos y técnicos propuestos para el desarrollo del sistema y un primer acercamiento con posibles algoritmos de Deep Learning a utilizar.

Palabras clave— Deep Learning, Inteligencia Artificial, Productores de Leche, Mastitis.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Abstract - In the framework of the execution of the project called study and implementation of a business model with the support of ICT tools, for a specific line of the agricultural productive sector of Colombia, which is being developed in partnership between UNAD and the Center for Research and Technological Development CIDTCA, a problem that affects dairy farmers has been identified, mainly in relation to the care of dairy cattle, called bovine mastitis, which corresponds to an inflammation of the mammary gland, caused by an intramammary infection and produced by bacteria, which affects the production and quality of milk, which according to the Colombian Federation of Cattlemen, causes an economic loss of around 20% in milk production in Colombia, being the disease that most affects dairy cows with a rate of prevalence of 30% and means between 3% and 5% of the total costs of milk production in Colombia. Therefore, an early detection system for mastitis has been proposed, using Artificial Intelligence (AI) tools, specifically applying Deep Learning techniques. The methodology that is being applied in the proposal corresponds to a process of collecting information from healthy cattle and with the aforementioned pathology, in order to develop an AI model that allows milk producers to identify this disease using their phones. cell phones and take the necessary measures as the case may be. To date, the results are the diagnosis of the population of dairy farmers at the national level and the department of Nariño with respect to the identified pathology, the definition of the logical and technical steps proposed for the development of the system and a first approach with Possible Deep Learning algorithms to use.

Keywords— Deep Learning, Artificial Intelligence, Dairy farmers, Mastitis.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Problema: En Colombia el sector lácteo, se ha distinguido por su incidencia en la economía nacional, convirtiéndose en un área de gran relevancia para las oportunidades de mejora. Desde el punto de vista sanitario, se destaca que una de las enfermedades que más afecta este sector tanto a nivel nacional como internacional es la mastitis. La mastitis bovina es una inflamación de la glándula mamaria, generalmente causada por una infección intramamaria (IIM) producida por bacterias o provocada por factores traumáticos o tóxicos [1]. Adicionalmente, la calidad de la leche

se ve altamente afectada, presenta menor porcentaje de sólidos totales, proteínas, grasas y calcio, paralelamente aumenta el riesgo de encontrar residuos de antibióticos [2]. Es una de las enfermedades más comunes y dolorosas en el ganado lechero, teniendo un impacto significativo en la producción de leche y la rentabilidad del sector lácteo. Se estima que esta enfermedad alcanza hasta un 75% en la reducción de la producción [3]. Las mayores pérdidas económicas que genera la mastitis están relacionadas directamente con el descarte de leche o del animal infectado y los altos costos en el tratamiento [4]. El manejo de la enfermedad en países como nueva Zelanda, considerado



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

como el mayor exportador, ha alcanzado niveles más altos para el control de la enfermedad, exportando alrededor del 95% de su producción [5]. En Colombia la producción de leche se ha venido incrementando, ocupa el cuarto lugar en Latinoamérica, pero el 53.6% no ingresa a canales de transformación para generar valor agregado, se exporta a Venezuela, Rusia y Panamá [6]. Al igual que en otros países, la afectación por la mastitis genera grandes pérdidas a los productores que aunado a precios inequitativos en materias primas vs la producción de la leche a bajos costos deja a Colombia en niveles más bajos de competitividad a nivel mundial.

La ganadería bovina en es una actividad de vital importancia para la economía regional en Nariño, participando con el 4.1% de producción de leche cruda a nivel nacional [5], alrededor de 63 mil lecheros producen en promedio un millón de litros por día. La economía en este sector se ha visto altamente afectada por diferentes causas, el alto costo de insumos para la producción, informalidad en el acopio, la calidad aún no llega en su totalidad a niveles exigidos, bajos niveles de industrialización, baja incorporación de TIC en diferentes niveles de la cadena entre otras [6].

B. Objetivos: Implementar un modelo de negocio Apoyado en herramientas TIC para la detección temprana de mastitis bovina.

Desarrollar un sistema de detección temprana de la mastitis, utilizando para ello herramientas de Inteligencia Artificial (IA), aplicando técnicas de Deep Learning

Incrementar la producción, calidad e ingresos del sector lácteo.

C. Metodología: La propuesta de modelo de negocio parte del análisis de la cadena láctea en Nariño, evidenciando las diferentes necesidades del sector y proyectándolas como oportunidades. La escasa implementación de TIC, en particular para la prevención de mastitis en etapas tempranas de la enfermedad, es una necesidad imperante dadas las consecuencias de la enfermedad para los productores. Se propone el desarrollo de una aplicación, iniciando con la recopilación de datos y su respectivo análisis. Con la imágenes y videos recopilados se desarrollarán algoritmos que permitan identificar los cambios característicos en la ubre que indiquen la presencia de mastitis. El sistema propuesto se desarrollará con tecnología que utilice los algoritmos de Deep Learning para detectar signos tempranos de mastitis bovina incorporando cámaras de alta definición que permitan capturar imágenes y videos de la ubre de las vacas con la mayor calidad posible.

Pruebas y validación: Se llevarán a cabo pruebas del sistema en un entorno de laboratorio y en situaciones de campo. Se utilizarán datos reales de las explotaciones lecheras para validar la precisión y efectividad de la tecnología en la detección temprana de mastitis bovina. **Implementación:** Se trabajará con empresas del sector lácteo para implementar la tecnología en las explotaciones lecheras. Se capacitará a los encargados de las explotaciones para utilizar y mantener el sistema de detección temprana de mastitis bovina.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



A. Contexto de aplicación: El sistema propuesto está dirigido a los productores de leche del país, quienes, según un estudio de la Federación Colombiana de Ganaderos [1], tienen que lidiar con la mastitis bovina, la cual causa una pérdida económica de alrededor del 20% y representan entre el 3% y 5% de los costos totales de la producción de leche en Colombia, situación que no es ajena al departamento de Nariño, que acorde con [7], es una de las regiones del país más importantes en producción de leche. Por lo anterior, el contexto de aplicación del sistema propuesto, parte de un análisis local, pero que puede ser aplicado a nivel nacional e internacional. Además, es importante mencionar que acorde con la información recolectada y el análisis de las causas que generan la proliferación de la mastitis, se ha identificado que esta situación se presenta generalmente por: falta de higiene en el ordeño, mala alimentación, estrés, uso inadecuado de antibióticos, entre otras. Lo anterior, presenta un escenario sobre el cual se proyectado el desarrollo de un sistema que propenda por ayudar en el control de la mastitis, la cual ayude en el aumento de producción de leche y reducción de los costos asociados a la enfermedad.

B Descripción del sistema tecnológico propuesto: El sistema propuesto, se constituye como una opción que utiliza las herramientas de la 4RI como base para el control de la proliferación de la mastitis bovina, tomando como población inicial los productores de leche del departamento de Nariño. La preocupación por el tema de la mastitis no es nueva, por ello se tienen antecedentes de sistemas similares al propuesto como el de DeLaval [8], DairyTech [9] y VAS [10], que ofrecen sistemas de monitoreo de la salud de los animales, donde incluyen cámaras de video para monitorear el proceso de ordeño y detección de signos tempranos de mastitis bovina y un dispositivo de análisis de leche portátil para detectar la presencia de células somáticas y otros indicadores de infección.

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados, la nueva propuesta de sistema de detección de mastitis bovina que se presenta en este documento se compone de los siguientes elementos:

1. Aplicación informática móvil para captura de vídeo e imágenes de las ubres de las vacas en el proceso de ordeño y cuando sea necesario.
2. Sistema de procesamiento en la nube para el análisis de las imágenes y vídeos capturados con algoritmos de Deep Learning.
3. Sistema de consulta virtual con expertos en el tema en caso de presentarse situaciones que así lo requieran.
4. Sistema de reportes permanente. En la figura 1, se puede observar el esquema el sistema propuesto.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

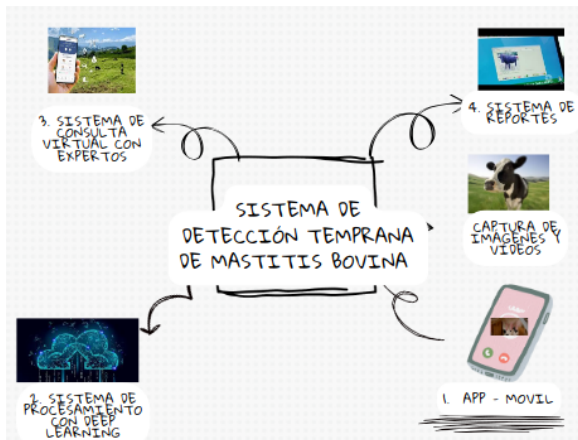


Figura 1. Elementos sistema tecnológico

Acorde con la figura 1, el funcionamiento del sistema parte de un proceso periódico de captura de imágenes y vídeos del ganado que se quiere controlar y prevenir avance en patologías como la mastitis, este proceso se realizará con el teléfono celular del productor, que mediante una APP móvil capturará y enviará las imágenes y vídeos a un centro de procesamiento en la nube, el cual estará integrado con algoritmos de deep learning que evaluarán las capturas realizadas y generará un reporte, que llegará al productor, pero también contará con el apoyo de un sistema de atención virtual con expertos ganaderos para que puedan orientar al productor en caso de un reporte no favorable y que indique que se deben tomar acciones para prevenir y evitar una complicación en la patología de la mastitis. Acorde con lo anterior, hasta el momento se ha logrado realizar un estado del arte de la propuesta del sistema tecnológico, donde se han identificado algunas propuestas similares, también se ha indagado en los posibles algoritmos a

utilizar, encontrando que en la comunidad científica se han utilizado modelos con técnicas de regresión con machine learning, y modelos de clasificación de Naive Bayes [11], en otras fuentes, se encontró que aplicaron además de Naive Bayes, Random Forest y Extreme Gradient Boosting [12]. Para el sistema propuesto se está trabajando en el desarrollo de una red neuronal que aplique las técnicas de Deep Learning en la identificación de patrones en imágenes y vídeos, que a su vez permita la identificación temprana de la mastitis en ganado para leche.

III. CONCLUSIONES

La tecnología actualmente es una aliada en el desarrollo de soluciones innovadoras que propendan por el mejoramiento de los procesos que diariamente realizan las personas, para el caso especial que atañe este documento se refiere a posibilidad que tendrá el productor de leche de capturar con su celular imágenes, donde el sistema propuesto permitirá detectar cambios en la piel y los tejidos de la ubre, lo que puede indicar la presencia de inflamación o infección, logrando de esta manera actuar a tiempo y evitar una complicación en la misma.

La propuesta del sistema tecnológico se basa en una solución portátil y fácil de usar, la que proporcionará de una forma rápida y no invasiva detectar la mastitis bovina.

REFERENCIAS

- [1] Bedolla, C., & Ponce de León, M. (2008). Pérdidas económicas ocasionadas por la mastitis bovina en la



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

industria lechera. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, IX (4), 1-26.

[2] Salas, R. G., & del Río, M. M. V. (2021). Mastitis bovina y calidad de la leche, un desafío para la salud humana. *Universidad y Sociedad*, 13(S1), 89-96.

[3] Galeano Moyano, D. (2019). Reducción del nivel de prevalencia de la mastitis bovina y sus efectos en los parámetros productivos y económicos en la producción de leche finca ramada.

[4] Monroy, B. L. D., Tapia, M. F. B., Apugllón, E. P. G., & Arrieta, R. H. D. (2022). Diagnóstico microbiológico de mastitis bovina y evaluación de tres tratamientos en vacas jersey. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 741-754.

[5] Depetris de Guiguet, E. Y. N., & García Arancibia, R. (2020). Evolución y cambios en Oceanía: Fonterra, de Nueva Zelanda.

[6] Rojas, J. J. B., Cano, J. A., & Giraldo, M. D. (2020). Apertura económica y política comercial: estudio del sector lácteo y sus dificultades en Colombia. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 25(91), 846-868.

[7] Castilla, J & Vergel, Y. (2023). Análisis del sistema de producción lácteo y su índice de crecimiento productivo en los últimos 6 años en Colombia. Unidades Tecnológicas de Santander. Monografía de análisis. 1-87.

[8] Izak, E. (2023). DELPRO – Sistema de Gestión Integral Monitoreo de Precisión en el Hato. DelPro. DELAVAL. Url <https://lactividad.org/delpro-sistema-de-gestion-integral-monitoreo-de-precision-en-el-hato/>

[9] Chormiak, V. (2023). *Mastatest, the innovative automated bovine mastitis diagnostic*. Url: <https://dairy-tech.uk/33062-2/>

[10] *Perulactea*. (2021) *Tecnología para combatir la Mastitis Bovina sin antibióticos*. Url: <https://perulactea.com/tecnologia-para-combatir-la-mastitis-bovina-sin-antibioticos/>

[11] Estrada-Carvajal, V., Camacho Calvo, M., Molina Montero, R., & Paniagua Madrigal, W. (2019). *Detección de mastitis subclínica en vacas lecheras por modelos de regresión lineal y algoritmos de inteligencia artificial*, San Carlos, Costa Rica. *Revista AgroInnovación En El Trópico Húmedo*, 2(1), 18-30. Url: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/agroinn/article/view/4689>

[12] Fadul-Pacheco, Liliana & Delgado, Hector & Cabrera, Víctor. (2021). Exploring machine learning algorithms for early prediction of clinical mastitis. *International Dairy Journal*. 119. 105051. 10.1016/j.idairyj.2021.105051.



TECNICAS DE MACHINE LEARNING PARA DETERMINAR EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES EN UN CURSO DE PRIMER PERIODO

MACHINE LEARNING TECHNIQUES TO DETERMINE THE ACADEMIC PERFORMANCE OF STUDENTS IN A FIRST PERIOD COURSE

Restrepo Segura Michell Paulina¹, Bonilla Cely Sandra Milena^{2*}, Quintero López Jorge Luis³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, CIP Dosquebradas, Risaralda, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, CIP Dosquebradas, Risaralda, Colombia

³Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, CIP Dosquebradas, Risaralda, Colombia

*michell.restrepo@unad.edu.co, sandra.bonilla@unad.edu.co jorge.quintero@unad.edu.co

Resumen Iniciar los estudios universitarios implica para los estudiantes enfrentar entre muchos, el desafío de aprobar cursos satisfactoriamente y esto, depende de múltiples factores que van desde lo personal, lo académico, el contexto socio-económico del estudiante, entre otros. Sin embargo, en la actualidad, existe una creciente preocupación por el bajo rendimiento y la deserción estudiantil. Esto ha llevado a la exploración de nuevas posibilidades, como la incorporación de la inteligencia artificial en la investigación educativa, mediante el uso de modelos de machine learning, se ha convertido en una herramienta valiosa para mejorar los procesos académicos en las universidades. El propósito de esta investigación es identificar estrategias preventivas que puedan abordar el bajo rendimiento de un estudiante en un curso de primera matrícula. Para ello, se enfoca en desarrollar y comparar varios modelos con el fin de identificar el que mejor se ajuste a la problemática. Este enfoque tiene como objetivo comprender y resolver los desafíos que los estudiantes enfrentan, especialmente durante la etapa inicial de adaptación a los estudios de pregrado.

Palabras clave—Machine Learning, Modelo, Predictivo, Rendimiento Académico

Abstract - Starting university studies implies for students to face, among many, the challenge of passing courses satisfactorily and this depends on multiple factors ranging from personal, academic and socio-economic context of the student, among others. However, at present, there is a growing concern about low performance and



student dropout. This has led to the exploration of new possibilities, such as the incorporation of artificial intelligence in educational research, through the use of machine learning models, has become a valuable tool to improve academic processes in universities. The purpose of this research is to identify preventive strategies that can address the low performance of a student in a first enrollment course. To this end, it focuses on developing and comparing several models in order to identify the one that best fits the problem. This approach aims to understand and resolve the challenges that students face, especially during the initial stage of adaptation to undergraduate studies.

Keywords— Machine Learning, Model, Predictive, Academic Performance

I. MARCO DE REFERENCIA

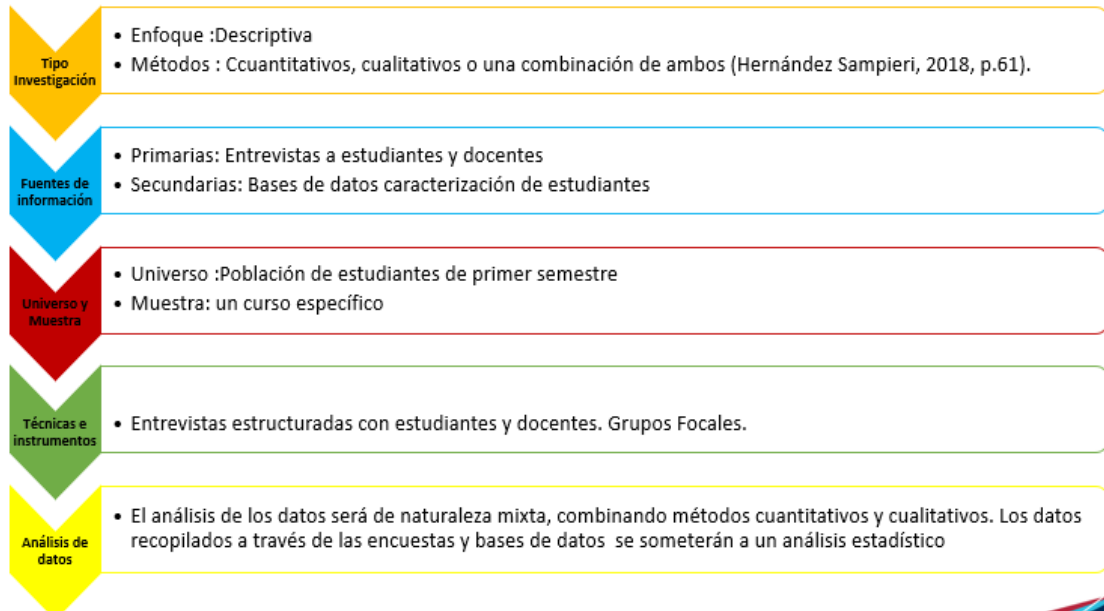
En los últimos años, la comunidad educativa ha venido adoptando el aprendizaje automático para analizar datos, con el propósito de comprender los procesos de aprendizaje y desarrollar estrategias efectivas e innovadoras de aprendizaje, que impacte en el desempeño académico de los estudiantes. (Páez, 2023). Se han utilizado algoritmos de aprendizaje supervisado, no supervisado o por refuerzo para analizar datos. Estos algoritmos aprenden a partir de características que sirven como entrada al modelo, que luego genera una respuesta. Esta respuesta puede ser un valor completamente nuevo, como una predicción de la probabilidad de que un

estudiante apruebe o no un examen, donde la precisión de la predicción depende de la evaluación del modelo, algunos ejemplos son: Naive Bayes, Árbol de decisión, Regresión logística, K Vecinos cercanos, Máquina de vectores de soporte, etc. (Contreras et al.,2020)

II. METODOLOGIA

La metodología de investigación se realizará siguiendo el método propuesto por Hernández Sampieri (2018). El enfoque es teórico, por lo que se centra en describir una situación buscando medir o recolectar información a partir de una serie de variables que luego se analizarán con técnicas de modelado de machine learning.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



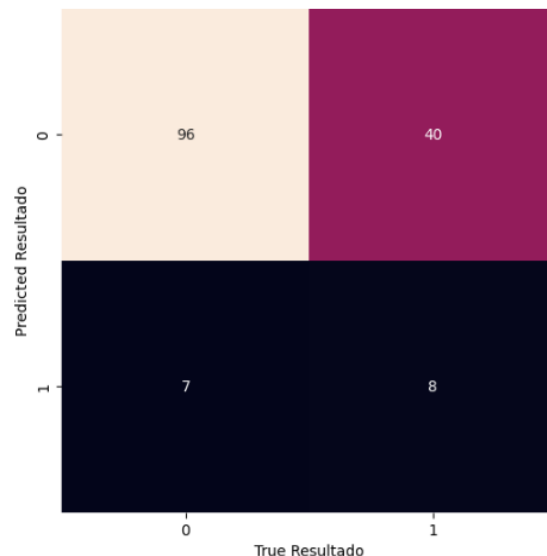
III. RESULTADOS PREVIOS

Se realizó una prueba piloto del Modelo Predictivo con 215 estudiantes y más de 30 características. Se utilizaron técnicas de machine learning, en

concreto, bosques aleatorios. Posteriormente, se entrenará y ajustará el modelo tras determinar el peso de correlación de cada atributo y utilizar un número mayor de datos.

	precision	recall	f1-score	support
0	0.71	0.93	0.80	103
1	0.53	0.17	0.25	48
accuracy			0.69	151
macro avg	0.62	0.55	0.53	151
weighted avg	0.65	0.69	0.63	151

Text(47.22222222222214, 0.5, 'Predicted Resultado')





4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Referencias

- [1] Gil Rubio, R. (2022). Modelos de machine learning para clasificar la cartera en un fondo de pensiones (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás). Repositorio de la Universidad Santo Tomas. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/47294/2022ricardogil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [2] Romero Rojas, B. (2020). Una introducción a los modelos de Machine Learning (Bachelor's thesis). Repositorio de la Universidad

- Autónoma de Puebla. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/90659e43-b812-4b37-97b7-1d4cb88f0086/content>
- [3] Ramírez, N. D. G., & Páez, A. R. (2022). Modelos predictivos del rendimiento académico a partir de características de estudiantes de ingeniería. IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, 13, 1-18.
- [4] García Dionisio, J. D. (2021). Machine learning para predecir el rendimiento académico de los estudiantes universitarios.



PLANIFICACIÓN DE UN SOFTWARE PARA LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ

PLANNING OF A SOFTWARE FOR CITIZEN PARTICIPATION IN THE CITY OF IBAGUÉ

Torres Alexander*, Jiménez, Lucero², Sanchez, Solanlly³

¹UNAD, Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

²UNAD, Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

³UNAD, Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

*alexander.torres@unad.edu.co

Resumen

Este proyecto aborda los desafíos urbanos de Ibagué a través de un enfoque tecnológico. Se evalúa la situación actual de la ciudad en diferentes incidentes teniendo en cuenta 4 grandes problemáticas, como lo son: residuos que como ejemplo según Cabrera (2022), se ve un mal manejo de las basuras en algunas Ciudades de Colombia; seguridad como lo dice El Olfato (2022) aumenta los habitantes de condición de calle en Ibagué; infraestructura vial donde según El Olfato (2023) un hueco causó 3 accidentes en poco tiempo; y en cuanto a riesgos naturales según El Irreverente(2022), hubo un trágico accidente donde un padre de familia fue golpeado por un árbol en riesgo. La respuesta es un software integrado que consiste en una aplicación móvil y una plataforma web, con el propósito de mejorar la participación ciudadana al permitir la presentación de incidentes relacionados con prevención y daños en infraestructuras, riesgos naturales, acumulación de basura y seguridad. Para la implementación, se emplea React Native y React para la aplicación móvil y la versión web, respectivamente. Las bases de datos seleccionadas incluyen SQLite y MySQL. El enfoque de desarrollo elegido es Scrum, una metodología ágil que fomenta la colaboración y adaptabilidad. En cuanto a los requisitos, se emplean diagramas detallados para comprender las necesidades y funcionalidades del proyecto. El diseño se aborda con esquemas y diagramas que representan la estructura y la interacción de los componentes del sistema. La seguridad se aborda evaluando riesgos potenciales y definiendo medidas de protección para salvaguardar la integridad de los datos y la confidencialidad. Se establece una planificación minuciosa para las pruebas, asegurando la calidad y el rendimiento del software resultante. En resumen, el proyecto busca resolver problemas urbanos mediante una aplicación móvil y web integrada que mejora la participación ciudadana. Con el uso de tecnologías modernas, un enfoque ágil y una atención detallada a los aspectos técnicos y de seguridad, el proyecto se presenta como una solución integral y efectiva para los desafíos de la ciudad. Finalmente, se realiza unos Wireframes de cada uno de las páginas y pantallazos relevantes en el cual esta plasmada estructura principal que da solución



al proyecto, muestra de forma clara cómo funcionará la interfaz de usuario en términos de diseño, da a conocer cómo se debería ver los diferentes procesos para el usuario final y ayudan a planificar, diseñar y comunicar de manera efectiva la estructura y la navegación de las aplicaciones.

Palabras clave: Entes, React, Scrum, software, Participación ciudadana, Software integrado, Aplicación móvil, Plataforma web, SQLite MySQL, Infraestructura vial, Riesgos naturales, Gestión de residuos, Seguridad pública, Diagramas de requisitos, Pruebas de software, Ciudad de Ibagué.

Abstract

This project addresses the urban challenges of Ibagué through a technological approach. The current situation of the city is evaluated in different incidents taking into account 4 major problems, such as: waste, which as an example, according to Cabrera (2022), shows poor waste management in some cities in Colombia; Security, as ElOLFato (2022) says, increases the number of homeless residents in Ibagué; road infrastructure where according to ElOLFato (2023) a gap caused 3 accidents in a short time; and regarding natural risks according to ElIrreverente (2022), there was a tragic accident where a father was hit by a tree at risk. The response is an integrated software that consists of a mobile application and a web platform, with the purpose of improving citizen participation by allowing the presentation of incidents related to prevention and damage to infrastructure, natural risks, accumulation of garbage and security. For the implementation, React Native and React are used for the mobile application and the web version, respectively. Selected databases include SQLite and MySQL. The chosen development approach is Scrum, an agile methodology that encourages collaboration and adaptability. Regarding the requirements, detailed diagrams are used to understand the needs and functionalities of the project. Design is approached with schematics and diagrams that represent the structure and interaction of system components. Security is addressed by evaluating potential risks and defining protection measures to safeguard data integrity and confidentiality. A detailed planning for the tests is established, ensuring the quality and performance of the resulting software. In summary, the project seeks to solve urban problems through an integrated mobile and web application that improves citizen participation. With the use of modern technologies, an agile approach and detailed attention to technical and security aspects, the project presents itself as a comprehensive and effective solution to the city's challenges. Finally, some Wireframes are made of each of the relevant pages and screenshots in which the main structure that provides a solution to the project is captured, clearly shows how the user interface will work in terms of design, and shows how it should look. the different processes for the end user and help plan, design and effectively communicate the structure and navigation of applications.

Keywords: Entities, React, Scrum, software, Citizen participation, Integrated software, Mobile application, Web platform, SQLite MySQL, Road infrastructure,

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Natural risks, Waste management, Public safety, Requirements diagrams, Software testing, City of Ibagué.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto emplea un enfoque mixto que combina enfoques cualitativos y cuantitativos apoyada por la metodología ágil SCRUM.

El enfoque cuantitativo se basa en datos numéricos y estadísticas para medir y analizar el rendimiento del software. Además, busca establecer relaciones causales utilizando técnicas estadísticas en los reportes generados, incluyendo categorías, frecuencias, números de reportes y usuarios.

En contraste, el enfoque cualitativo se centra en comprender profundamente los fenómenos a través de datos no numéricos, como entrevistas y análisis de documentos. Este método se emplea para explorar percepciones, opiniones, experiencias y comprender el contexto de los usuarios que utilizarán la aplicación. Proporciona información rica y descriptiva, identificando patrones y factores subyacentes que podrían influir en el éxito de la aplicación.

La metodología Scrum según Lainez (2015) "ofrecen rapidez para realizar los cambios idóneos a partir del feedback de los usuarios y se presentan con metodologías leves, enfocadas al software funcional en vez del formalismo y de la documentación extensa", por lo tanto se elige para el desarrollo, organizando el trabajo en incrementos llamados sprints. Los backlogs, como el Product Backlog y

el Sprint Backlog, son listas priorizadas de elementos de trabajo y funcionalidades que guían el desarrollo. Se establecen roles como Scrum Master, Product Owner y desarrolladores, y se celebran reuniones de planificación, seguimiento, revisión y retrospectiva en cada sprint.

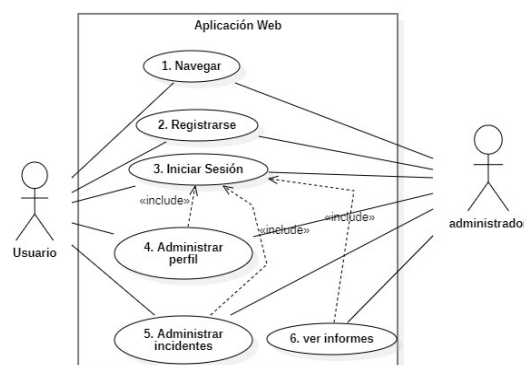


Figura 1: Caso de uso de la aplicación web. Elaboración propia

En cuanto a la seguridad según Solarte (2015), "La seguridad informática está relacionada con las metodologías, procesos y procedimientos para mantener salvaguardada la información y los datos confidenciales de una organización", se planifica identificando activos, riesgos y objetivos. Se diseñan medidas de seguridad y se considera la privacidad de los datos. Las pruebas de seguridad son cruciales para detectar vulnerabilidades. Se mencionan



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

herramientas como OWASP Mobile Security Project y Nessus.

Para la planificación de pruebas, se definen objetivos, identifican requisitos y se crea una estrategia de pruebas. Se establecen criterios de aceptación, se diseñan casos de prueba y se ejecutan para evaluar los resultados. Se mencionan herramientas como Selenium, Cucumber, Junit y Postman.

El diseño de interfaces implica la creación visual de la interfaz de usuario (UI). Se menciona la herramienta Balsamiq para diseñar wireframes que capturan el concepto general de la interfaz.

En resumen, el proyecto utiliza una combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos, aplicando metodología Scrum para el desarrollo y técnicas específicas para la planificación de seguridad, pruebas y diseño de interfaces.



Figura 2: Planificación del software

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del proyecto es la metodología y planificación de un aplicativo web y la app móvil que permita la participación ciudadana en Ibagué (Colombia) con el fin de lograr una mejor cultura

Los posibles resultados de este proyecto incluyen:

Mejora en la participación ciudadana: La implementación de la aplicación móvil y web permitirá a los ciudadanos de Ibagué reportar incidentes y problemas urbanos de manera más rápida y efectiva. Esto podría llevar a un aumento en la participación y la contribución de la comunidad en la solución de los desafíos de la ciudad.

Mayor eficiencia en la gestión urbana: Con la capacidad de recibir informes detallados sobre daños en la infraestructura vial, riesgos naturales y acumulación de basura, las autoridades municipales podrían abordar los problemas de manera más eficiente y oportuna, mejorando la calidad de vida en la ciudad.

Datos y estadísticas útiles: La recopilación de datos cuantitativos a través de la aplicación podría proporcionar valiosas estadísticas sobre incidentes y problemas recurrentes en la ciudad. Esto podría ayudar en la toma de decisiones informadas para la planificación y mejora de la infraestructura urbana.

Mayor seguridad ciudadana: La posibilidad de reportar problemas de seguridad en tiempo real podría aumentar la sensación de seguridad en la comunidad. Las autoridades podrían responder más rápidamente a situaciones de riesgo.

Aplicación de mejores prácticas de desarrollo: La adopción de metodologías ágiles como Scrum y el uso de herramientas modernas de desarrollo permitiría un proceso más eficiente y adaptable, lo que podría



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

resultar en un software de mayor calidad y funcionalidad.

Optimización de recursos: La identificación de áreas problemáticas y la planificación basada en datos podrían ayudar a las autoridades a asignar recursos de manera más precisa y eficiente para abordar los desafíos urbanos.

Mayor transparencia y responsabilidad: La visibilidad pública de los informes y la respuesta a los problemas podrían fomentar la transparencia en la gestión urbana y aumentar la responsabilidad de las autoridades en la resolución de problemas.

Innovación continua: La retroalimentación constante de los usuarios y las pruebas regulares podrían permitir la incorporación continua de mejoras y nuevas características en la aplicación, manteniéndola relevante y efectiva a lo largo del tiempo.

En conjunto, los resultados podrían llevar a una ciudad más limpia, segura y habitable, al mismo tiempo que empodera a los ciudadanos a contribuir activamente en la mejora de su entorno.

III. CONCLUSIONES

En este proyecto, se evidencia una cuidadosa planificación y una orientación práctica para abordar los desafíos urbanos mediante el aprovechamiento de la tecnología. La revisión de las funcionalidades del

aplicativo, a través del análisis de requerimientos, demuestra la capacidad del equipo para adaptarse a cambios mediante la implementación de metodologías ágiles, como el enfoque Scrum y la inclusión de historias de usuario. Esto se traduce en la entrega de soluciones de manera incremental y ágil.

La seguridad se aborda de manera integral, detallando activos, riesgos, amenazas y mitigaciones. Dada la relevancia del aspecto de seguridad en las aplicaciones actuales, se destaca la importancia de considerar este aspecto para evitar posibles consecuencias graves para los usuarios.

Las pruebas de los aplicativos se llevaron a cabo con una planificación exhaustiva, abarcando la verificación minuciosa de todas las funcionalidades implementadas. Esta estrategia asegura que tanto el aplicativo web como la app móvil cumplan con los objetivos planteados y resuelvan las problemáticas urbanas identificadas.

El diseño de interfaces de usuario posibilitó una representación visual temprana de las aplicaciones, brindando claridad al equipo de desarrollo y a los usuarios finales. Esto permite identificar y abordar problemas de usabilidad y diseño antes de la finalización del desarrollo, fundamentando decisiones informadas sobre diseño y funcionalidad.

El enfoque en la participación ciudadana constituye un avance significativo hacia la construcción de una comunidad activa y comprometida. Al permitir que los usuarios generen informes y compartan perspectivas, se



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

fomenta un sentido de colectividad en la búsqueda de soluciones. La conexión directa de los informes con las entidades pertinentes destaca la practicidad del proyecto, agilizando la resolución de problemas y fortaleciendo la confianza ciudadana en el proceso.

El impacto potencial trasciende la ciudad de Ibagué, ya que la estructura y principios del proyecto podrían replicarse en otras áreas urbanas, ofreciendo una herramienta valiosa para abordar desafíos similares en diversas comunidades. La capacidad de adaptación de la plataforma a diferentes contextos refuerza su versatilidad y su potencial para generar impacto social a mayor escala.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a la Universidad y a cada uno de los autores que hicieron parte de este proyecto en el que nos permitió lograr con éxito este proyecto de aplicación móvil y web en cada una de sus etapas

REFERENCIAS

Árbol cae sobre una familia en el Parque Centenario de Ibagué - EL IRREVERENTE. (s/f). El Irreverente Noticias de Ibagué y el Tolima. Recuperado el 22 de junio de 2023, de [https://elirreverenteibague.com/not](https://elirreverenteibague.com/noticia/12755-%C3%81rbol-cae-sobre-una-familia-en-elParque-Centenario-de-Ibagu%C3%A9)

[icia/12755 /%C3%81rbol-cae-sobre-una-familia-en-elParque-Centenario-de-Ibagu%C3%A9](https://elirreverenteibague.com/noticia/12755-%C3%81rbol-cae-sobre-una-familia-en-elParque-Centenario-de-Ibagu%C3%A9)

Cabrera, M. (2022, agosto 25). ¿Qué pasa con la recolección y el manejo de basuras en el país?

RTVC Noticias.

<https://www.rtvcnoticias.com/basurascolombia-recoleccion-manejo>

Laínez Fuentes, J. R. (2015). Desarrollo de software ágil. Extremme Programming y Scrum, (2ª ed.). IT campus academy.

Solarte, F. N. S., Rosero, E. R. E., & del Carmen Benavides, M. (2015). Metodología de análisis y evaluación de riesgos aplicados a la seguridad informática y de información bajo la norma ISO/IEC 27001. Revista Tecnológica-ESPOL, 28(5).

(S/f). Elolfato.com. (2022), <https://www.elolfato.com/ibague/en-cuestionde-minutos-hueco-provoco-tres-accidentesde-transito-enibaguehttps://www.elolfato.com/ibague/encuestion-de-minutos-hueco-provoco-tresaccidentes-de-transito-en-ibague>

(S/f). Elolfato.com. (2022), de <https://www.elolfato.com/ibague/en-cuestionde-minutos-hueco-provoco-tres-accidentesde-transito-enibaguehttps://www.elolfato.com/ibague/encuestion-de-minutos-hueco-provoco-tresaccidentes-de-transito-en-ibague>



DISEÑO DE ROBOT PARA MEJORAR LA MOVILIDAD DE PERSONAS CON LIMITACIÓN VISUAL AVANZADA EN AMBIENTES CERRADOS

DESIGN OF A ROBOT TO ENHANCE MOBILITY FOR INDIVIDUALS WITH ADVANCED VISUAL IMPAIRMENTS IN CLOSED ENVIRONMENTS

Helber Vergara^{1*}, Andrés Díaz Nombre²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Cartagena, Colombia

² universidad Nacional Abierta y a Distancia, Pasto, Colombia

Helber.vergara@unad.edu.co

Andres.diaz@unad.edu.co

Resumen – Este proyecto se enfocó en un objetivo fundamental: mejorar significativamente la calidad de vida de las personas con discapacidad visual avanzada en Colombia. Para lograrlo, se llevó a cabo el desarrollo de un innovador Robot "Lazarillo". Este robot fue diseñado específicamente para proporcionar asistencia y facilitar la movilidad de estas personas en entornos cerrados, tales como centros comerciales, oficinas gubernamentales y otros lugares de uso cotidiano. Una de las características esenciales de este robot es su conectividad a través del Internet de las cosas (IoT), lo que habilita una comunicación fluida y efectiva entre el usuario y el robot mediante comandos de voz. Pero el enfoque no se limitó solo a la comunicación; se incorporaron capacidades avanzadas, como la identificación de ubicaciones predefinidas y la detección de obstáculos, para asegurar un desplazamiento seguro y eficiente. Los resultados de la investigación revelaron que este enfoque tecnológico puede tener un impacto profundamente positivo en la vida cotidiana de las personas con discapacidad visual severa. Facilitar su movilidad en entornos cerrados no solo aumenta su autonomía, sino que también fortalece su confianza y calidad de vida. Este proyecto representa un avance importante en la aplicación de tecnología para abordar desafíos específicos de las personas con discapacidad visual. La relevancia de esta iniciativa radica en su capacidad para mejorar la inclusión social y la igualdad de oportunidades para un grupo significativo de la población colombiana. En resumen, el desarrollo y aplicación del Robot "Lazarillo" es una contribución valiosa y prometedora para mejorar la vida de las personas con discapacidad visual en Colombia.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Palabras clave— Comandos de voz, Discapacidad visual avanzada, Internet de las cosas (IoT), Mejora de calidad de vida, Movilidad en entornos cerrados, Robot Lazarillo.

Abstract - This project had a fundamental goal: to significantly improve the quality of life of individuals with advanced visual impairments in Colombia. To achieve this, we embarked on the development of an innovative "Lazarillo" Robot. This robot was specifically designed to provide assistance and facilitate the mobility of these individuals in closed environments such as shopping centers, government offices, and other everyday places. One of the essential features of this robot is its connectivity through the Internet of Things (IoT), enabling seamless and effective communication between the user and the robot through voice commands. However, the focus was not limited to communication alone; advanced capabilities were incorporated, including the identification of predefined locations and obstacle detection, to ensure safe and efficient movement. Research results revealed that this technological approach can have a profoundly positive impact on the daily lives of individuals with severe visual disabilities. Enhancing their mobility in closed environments not only increases their autonomy but also strengthens their confidence and quality of life. This project represents a significant advancement in the application of technology to address specific challenges faced by individuals with visual impairments. The relevance of this initiative lies in its capacity to enhance social inclusion and equal opportunities for a substantial segment of the Colombian population. In summary, the development and implementation of the "Lazarillo" Robot are a valuable and promising contribution to improving the lives of individuals with visual disabilities in Colombia.

Keywords- Advanced visual impairment, Internet of Things (IoT), Lazarillo Robot, Mobility in closed environments, Quality of life improvement, Voice commands.

I. CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN

Con el objetivo de comprender mejor las necesidades de los usuarios con respecto al prototipo del Robot Lazarillo, se llevó a cabo una encuesta de percepción. Esta encuesta incluyó 23 preguntas y se administró a una muestra de 10 personas con discapacidad visual. La participación estuvo dividida en un 60% de mujeres y un 40% de hombres. Dentro de

la muestra, el 40% tenía edades comprendidas entre los 25 y los 34 años, lo que representó la mayor parte de los participantes, mientras que el 20% pertenecía al rango de edades de 45 a 60 años. En términos de la naturaleza de la discapacidad, el 55,6% de los encuestados reportaron ceguera total, mientras que el 44,4% tenía discapacidad visual grave; no se identificaron participantes con discapacidad visual moderada en la encuesta. Además, la mayoría

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



de los encuestados (55,6%) indicó que su discapacidad era de nacimiento, mientras que el resto manifestó que se desarrolló en diferentes etapas de la vida, incluyendo la niñez (22,2%), la edad adulta (11,1%) y después de los 45 años (11,1%). Estos datos son esenciales para comprender el contexto y las necesidades específicas de los usuarios en el desarrollo del prototipo

[1]

del Robot Lazarillo Figura 1.

II. CONSTRUCCIÓN DEL ROBOT

El prototipo BocelliBot, es un sistema robótico que guía de forma segura a personas con limitación visual a puntos de interés en lugares interiores como centros comerciales. El prototipo consta de un chasis con llantas en configuración diferencial, una fuente de alimentación, un sistema de control, un sistema de detección de línea, un módulo de comunicación con el usuario, un arreglo de sensores para la detección de obstáculos y un sistema detección de Tag por RFID. A continuación, se describen los principales componentes del robot.



Figura 3. Robot lazarillo

Tarjeta Electrónica

Se ha desarrollado una tarjeta electrónica para la interconexión de componentes eléctricos y la comunicación con la tarjeta de control Arduino MEGA. Esta tarjeta incluye terminales para conectar los controladores de los motores, la tarjeta de comunicación WIFI, el sistema de detección de líneas IR, el sistema de detección RFID, sensores de proximidad ultrasónicos, reloj, lector de tarjetas, módulo XBee, módulo bluetooth y un buzzer. Además, integra una fuente de alimentación regulada de 9, 5 y 3.3v para suministrar energía a los componentes en uso [2] . Puedes observar el montaje de la tarjeta PCB en la Figura 2.

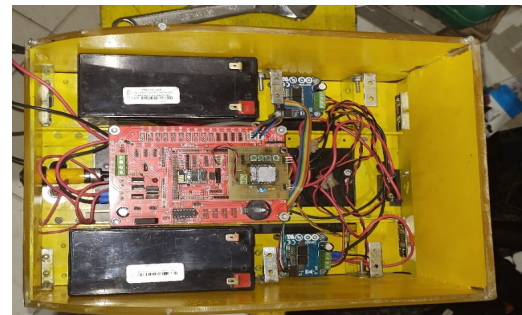


Figura 4. tarjeta circuito Impreso

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Batería

Esta es la fuente de energía principal del prototipo. Se utilizan baterías de 12 voltios y 7.5 amperios, que alimentan todo el sistema. Para mejorar la corriente y la duración de la carga, se instalarán dos baterías idénticas en un circuito en paralelo. Estas baterías son recargables y tienen una vida útil de aproximadamente 2 años.

Módulo de evasión de obstáculos

El sistema de evasión de obstáculos está equipado con sensores de proximidad ultrasónicos distribuidos alrededor del robot. Esto permite un sensado estéreo en la parte frontal del robot. Además, si el usuario desea ajustar la velocidad durante el recorrido, el robot puede adaptar su velocidad y distancia correspondientemente.

Arreglo de sensores infrarrojos

Este conjunto consta de 8 sensores infrarrojos, cada uno con un emisor y un receptor (modelo QRE1113). Su función principal es medir la reflexión en las superficies. En este proyecto, se utilizan para el seguimiento de la ruta que debe seguir el robot en toda el área de movimiento. Cada sensor posee cuatro pines: los pines (1) y (2) corresponden al LED emisor, mientras que los pines (3) y (4) son para el fototransistor [3]. Estos sensores detectan la reflexión de luz infrarroja en la superficie para realizar la detección ver Figura 3.



Figura 5. Arreglo de Sensores IR

Módulo lector RFID MFRC-522

Este dispositivo RFID se encarga de detectar las señales de los puntos de parada del robot, denominados "Tags". Estos Tags están sincronizados a una frecuencia de 13.56MHz y son elementos pasivos con códigos únicos. En el proyecto, estos códigos son enviados a Arduino para identificar la ubicación del robot mediante RFID (identificación por radiofrecuencia) y rastrear las etiquetas adheridas a objetos [4].

Drivers para los motores

Estos componentes actúan como interfaz para controlar los motores en términos de giro y velocidad. Utilizan dos circuitos integrados BTS7960, que son puentes H de la familia Novalith IC. Cada BTS7960 contiene un transistor MOSFET Canal-P para la parte alta del puente y un MOSFET Canal-N para la parte baja. Además, incorporan un circuito integrado (IC) para funciones lógicas, protección y detección de corriente. Estos controladores son capaces de manejar cargas de hasta 43 amperios y permiten un control preciso

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



desde niveles bajos de voltaje y corriente [5].

Motorreductores

Los motorreductores son dispositivos electromecánicos que constan de un motor conectado a un sistema de engranajes que aumenta el torque y reduce la velocidad. Esto permite un uso eficiente de estos elementos. En este proyecto, se emplean motorreductores con un torque de 14 kilogramos-fuerza por centímetro, una velocidad de 150 rpm, un voltaje nominal de 12 voltios de corriente continua (CC), una corriente de carga de 5 A y una corriente libre de 300 mA. Cada motorreductor tiene un peso de 295 gramos.

Llantas todo terreno y rueda loca

En este prototipo, se emplean llantas de caucho con un diámetro de 12.7 cm y un ancho de 6 cm. Estas llantas son ligeras, proporcionan una excelente tracción y tienen gomas de caucho negro con rines de nylon blanco. Se conectan a los motores mediante un sistema de enchufe. Su tamaño y robustez las hacen ideales para plataformas de gran tamaño que deben moverse en diversos entornos.

La rueda de apoyo, por otro lado, no cuenta con un mecanismo de tracción directa, ya que su principal función es brindar estabilidad y permitir la movilidad en diversas superficies. Esta rueda es capaz de girar en todas las direcciones y su movimiento depende de fuerzas externas para funcionar. En este proyecto, se utilizan ruedas

pivotantes para garantizar la estabilidad y la movilidad del robot.

Bastón guía del robot

El robot lazarillo está equipado con un sistema de seguimiento y control que incluye un bastón extensible ajustable a la altura del usuario. Este bastón incorpora un altavoz a través del cual el usuario recibe instrucciones auditivas y un botón que permite el control manual para detener o poner en marcha el prototipo en caso de emergencia o si el usuario prefiere no utilizar comandos de voz. Puedes observar este componente en la imagen 4.

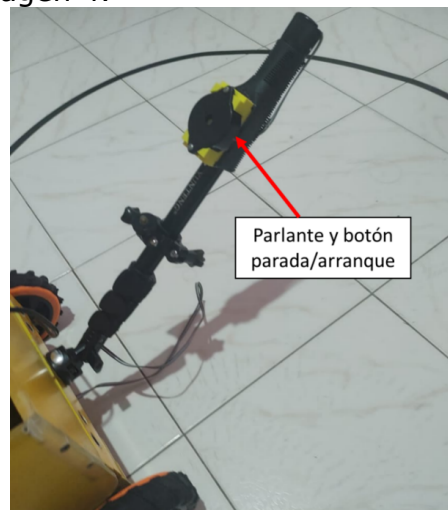


Figura 6. Bastón

Módulo de comunicación con el usuario

El prototipo utiliza un sistema de comunicación basado en IoT (Internet de las cosas) que interactúa con los servidores de Google para recibir comandos de voz a través de un dispositivo llamado Google Home Mini.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Una vez que el servidor de Google recibe la instrucción, la envía a los servidores de IFTTT (If This, Then That). Estos servidores comparan la información con las instrucciones preexistentes en el sistema y responden, luego envían una señal nuevamente al Google Home para indicar si el comando es válido o no. En caso de una respuesta afirmativa, los servidores de IFTTT envían un código a los servidores de Adafruit, que a su vez lo transmiten al robot para que ejecute la acción correspondiente según su programación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando los resultados de la encuesta de percepción realizada a los usuarios finales del robot lazarillo, se destaca una preferencia clara por un enfoque tecnológico sencillo y discreto, que no atraiga excesiva atención. Además, se valora la portabilidad, como se evidencia en la elección de gafas con sensores como opción preferida. En cuanto a las funcionalidades deseadas, se espera que el robot pueda guiar a los usuarios a lugares específicos en entornos cerrados, como centros comerciales, evitando obstáculos de manera eficiente y precisa. La frecuencia de uso también es un factor importante, ya que se espera que el robot sea utilizado con regularidad, incluso a diario. La comunicación por medio de comandos de voz es la preferida por los encuestados.

En respuesta a estas preferencias, el diseño y programación del robot se

enfocaron en la realización de recorridos dirigidos, incorporando sensores de detección de obstáculos y un sistema de comunicación basado en comandos de voz a través del asistente de Google. Este sistema no solo permite la interacción fluida con el robot, sino que también ofrece la posibilidad de obtener información útil según las necesidades del usuario. Es relevante destacar que la única característica que no se ajustó completamente a las preferencias de los usuarios fue la apariencia física del robot, ya que la mayoría optó por dispositivos portátiles como gafas o cascos. Sin embargo, se priorizó la funcionalidad y la capacidad de dirigir al usuario a ubicaciones específicas, lo que llevó a la elección de un diseño de carro móvil para cumplir con estos objetivos. La utilidad y la comodidad para los usuarios se consideraron factores fundamentales en la toma de decisiones.

IV. CONCLUSIONES

Basado en la caracterización de las necesidades y referencias se pudo identificar los requerimientos y tecnologías de software y hardware del prototipo de robot lazarillo logrando implementar IOT a un dispositivo electrónico mediante diferentes servidores como Asistente de Google, IFTTT y Adafruit.

Se realizó el montaje del robot lazarillo bajo diseño electrónico de la robótica con los elementos necesarios para lograr establecer un modelo de gestión de los dispositivos cliente – servidor utilizando elementos como Arduino, tarjeta de comunicación ESP8266 y los servidores antes



mencionados que, en conjunto con los elementos electrónicos y mecánicos, logra tener un modelo funcional para uso de personas con discapacidad visual avanzada.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a Todas las personas que aportaron en la realización de este Proyecto, Mi familia, director de Proyecto, Compañeros de estudio y en especial a Aprendices SENA.

REFERENCIAS

- [1 U. A. d. Chile, «Guía para validar] Instrumentos de Investigación,» 2018.
- [2 Z. Peterson, «¿Qué es la creación] de componentes de PCB?,» 26 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://resources.altium.com/es/p>

/what-pcb-component-creation.
[Último acceso: 28 Agosto 2023].

- [3 Pololu, «QTR-8RC Reflectance] Sensor Array,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.pololu.com/product/961>. [Último acceso: 28 Agosto 2023].
- [4 ARDUINO SPAIN, «Conectar] módulo lector RFID RC522 Arduino,» 6 febrero 2023. [En línea]. Available: <https://arduino-spain.site/rfid-rc522/>. [Último acceso: 28 Agosto 2023].
- [5 digikey, «BTS7960B,» [En línea].] Available: <https://www.digikey.com/>. [Último acceso: 28 08 2023].



DISEÑO DE UNA APLICACIÓN DE MONITOREO PARA UN SISTEMA DE INTERNET DE LAS COSAS EN CULTIVOS AEROPÓNICOS.

DESIGN OF A MONITORING APPLICATION FOR AN INTERNET OF THINGS SYSTEM IN AEROPONIC CROPS

Gonzalez Olaya, Carol D Johanna*, Tapias Baena, Juan Esteban², Parra Mogollón,
Héctor Julián³

¹UNAD, Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

²UNAD, Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

³UNAD, Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

*juan.tapias@unad.edu.co

Resumen

En la contemporaneidad, nos encontramos inmersos en un contexto en el cual la tecnología ha adquirido un carácter intrínseco en la dinámica de nuestra sociedad. La irrupción del internet ha generado un progreso notable en diversas esferas, entre las cuales destaca el ámbito agroindustrial. De acuerdo con las estadísticas del IDC, se constata que este sector ha canalizado aproximadamente un 60% de sus recursos hacia la adopción de innovadoras tecnologías del Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés). Entre estas tecnologías destacan los sensores de humedad, pH, temperatura, entre otros elementos afines, cuyo empleo ha suscitado mejoras sustantivas en la producción, el mantenimiento y la supervisión de los cultivos. La utilización de tales tecnologías ha propiciado una reducción considerable de los costos inherentes a la vigilancia y cosecha de los cultivos. Asimismo, el despliegue de diversas aplicaciones informáticas, sistemas de aeronavegación no tripulada (drones), vigilancia a distancia y análisis de datos, se insertan dentro del paradigma del IoT en el contexto agroindustrial, culminando en la generación de productos de una calidad superior. En ese contexto, se presenta un trabajo que muestra el diseño de una aplicación web, respaldada por la plataforma tecnológica LoRa, con la finalidad de supervisar las variables de temperatura y humedad en cultivos aeropónicos. Los datos recolectados por los sensores contribuirán de manera significativa en la toma de medidas preventivas, la implementación de mejoras y la resolución de las problemáticas recurrentes que aquejan a la agroindustria, en lo concerniente a la infestación de plagas, la producción y la eficiencia en su conjunto.

Palabras clave— API, LoRa, Python, IoT.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Abstract - We are currently in an environment where technology is an everyday part of society. The arrival of the internet has produced a development in different fields, among them the agribusiness. According to IDC figures, this sector has invested about 60% in the use of new IoT technologies. Technologies such as humidity, PH, temperature sensors, among others, with which it has been shown that when using them, crops show a significant improvement in production, maintenance and monitoring of these. The use of these technologies has greatly reduced the costs related to crop monitoring and harvesting. Also, the development of different software applications, drones, remote monitoring, and data mining are used within the IoT in agribusiness, leading to better quality products. We present the development of the design and construction of a web application, supported by the LoRa technology platform to monitor the variables of temperature and humidity in aeroponic crops, the data obtained by the sensors will contribute to take actions for prevention, improvement, and solution to common problems that the agribusiness has in relation to pests, production, and efficiency.

Keywords— API, LoRa, Python

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La revolución industrial inicial tuvo su inicio hacia el final del siglo XVIII y marcó la transición desde la producción manual hasta la producción automatizada. Estos cambios no solo transformaron la economía al aumentar la productividad, sino que también tuvieron un impacto significativo en la vida diaria de las personas. Desde entonces, la industria ha experimentado transformaciones tanto en sus métodos de producción como en sus estrategias de administración [1]. En la actualidad, la competencia global y la necesidad de ajustarse rápidamente a las cambiantes demandas del mercado son los motores de la producción industrial. Estos requisitos solo pueden cumplirse a través de avances disruptivos en la tecnología de fabricación actual. La Industria 4.0 representa una prometedora aproximación que se basa en la integración de los procesos comerciales y de manufactura, así

como en la colaboración de todos los actores a lo largo de la cadena de valor empresarial, incluyendo proveedores y clientes [2].

Por otro lado, en la actualidad, el Internet de las Cosas (IoT) desempeña un papel fundamental en el desarrollo de la Industria 4.0, así como en los campos de la educación, la salud y la agricultura. La capacidad de monitorear y registrar eventos en tiempo real ha simplificado y agilizado la obtención de información actualizada en el ámbito agrícola [3].

Es en ese contexto donde nacen formas de cultivos alternativos como la aeroponía, cuyo sistema implica el crecimiento de las plantas con sus raíces al aire. Este tipo de cultivos alternativos permiten y propician la inclusión de nuevas tecnologías que aceleran la capacidad de producción por metro cuadrado, permiten la modificación genética del cultivo, y

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



mejoran la calidad y sanidad del mismo. [5]

Estas técnicas no solo son capaces de dar respuesta y solución a los diferentes problemas de este sector, sino que combinan perfectamente la ciencia con la agricultura; pues al unirlos se logra el objetivo, que es automatizar los procesos y aumentar los niveles de producción para abastecer la creciente demanda de alimentos.[4]

Con el fin de contribuir a esta problema surge una necesidad, y es el diseño de un sistema de monitoreo enfocado en cultivos aeropónicos e hidropónicos aplicando IoT. Para ello se investiga sobre las diferentes formas y maneras de realizarlo articulando el protocolo LoRa y WiFi, que permite el desarrollo de una aplicación que se encargue de monitorear estos cultivos en tiempo real.

El desarrollo de esta aplicación y sistema tiene varios factores, componentes y puntos que son necesarios demarcar, analizar y parametrizar para poder llegar al objetivo final de este proyecto.[6]

El sistema que se pretende diseñar utiliza la tecnología física LoRa para establecer conexiones de red. Esta tecnología posibilita una cobertura de baja potencia a través de una capa física de red en la que las señales de frecuencia logran abarcar extensas distancias. Además de su eficiente consumo energético y su asequibilidad, ofrece una diversidad considerable de aplicaciones y dispositivos utilizables. Cabe destacar también la seguridad

inherente en sus implementaciones y, por último, la garantía de una cobertura confiable y de alta calidad.[7]

LoRaWan se define como un protocolo de red de área de amplia y baja potencia, cuyo propósito es poder conectar de forma inalámbrica "objetos" de forma regional, nacional o global, usando principalmente la IoT como medio de conexión. [8],[9]

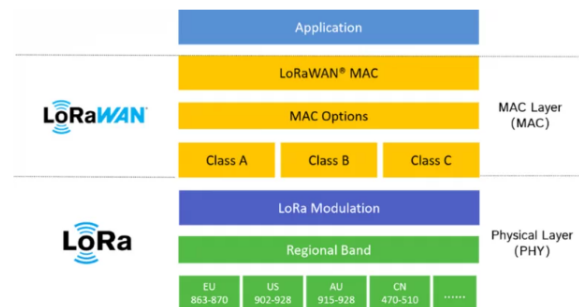


Figura 1. Protocolos LoRa

En consecuencia, para garantizar el funcionamiento de una plataforma IoT, resulta crucial examinar detenidamente la arquitectura del sistema, ya que esta nos proporcionará una visión integral de cómo operará la aplicación. Es imperativo que la plataforma sea capaz de recolectar la información emitida por los dispositivos. Asimismo, se requiere la capacidad de almacenar y analizar los datos, y de presentarlos de manera comprensible para los usuarios. Por lo tanto, es esencial que la plataforma cuente con elementos como conectividad, almacenamiento de datos, capacidades de procesamiento, gestión de acciones, análisis y visualización de datos, así como medidas de seguridad robustas y una administración efectiva de dispositivos. [10]

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Por esto los componentes de la arquitectura de IoT deben tener la siguiente estructura: Plataforma Cloud, Plataforma de IoT, Capa de dispositivos y capa de Comunicaciones. [11]

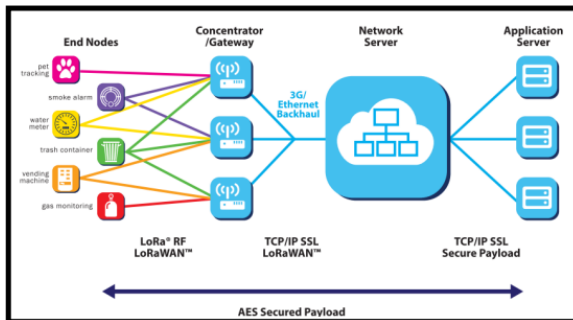


Figura 2. Arquitectura LoRa IoT

Las plataformas que se han investigado para usar en este aplicativo y que cumplen con la arquitectura son:

- AWS
- Azure IoT Hub
- Ubidots
- MyDevices Cayenne

Los dispositivos que se utilizarán de forma física son Lora IoT Development Kit v1 que contiene:

- LG01-P LoRa Gateway
- LoRa Shield
- LoRa GPS Shield
- Arduino UNO
- Wire Cables
- Flame sensor
- Relay
- Photosensitive Sensor
- Beep
- Ultrasonic Sensor
- Temperature / humidity sensor
- Power adapter
- USB Cables

Se optará por emplear el lenguaje de programación Python debido a su naturaleza intuitiva y su enfoque en la programación orientada a objetos. En términos de marco de trabajo (framework), se ha considerado la implementación de Django, una opción sólida y ampliamente reconocida en la comunidad de desarrollo. Sin embargo, es importante mencionar que existen alternativas viables como Flask y FastAPI, que también pueden ser evaluadas en función de los requerimientos específicos del proyecto [12] - [15].

En el tramo final del desarrollo, se proyecta que la aplicación resultante y el sistema en su totalidad se ajusten a los rigurosos estándares de calidad definidos por las normas ISO. Este compromiso con la excelencia asegurará que tanto la funcionalidad como la seguridad de la solución estén en línea con las mejores prácticas reconocidas a nivel internacional. De esta manera, se garantiza que el producto final no solo sea efectivo en términos de rendimiento, sino también en términos de confiabilidad y cumplimiento normativo.

CONCLUSIONES

El presente proyecto se erige como una respuesta sólida a una problemática de alcance regional y global. Mediante la aplicación de la ciencia y la adopción de tecnologías de vanguardia, se persigue una elevación significativa en los niveles de producción y calidad de los cultivos. La materialización y ejecución de este sistema constituirá un paso monumental hacia la consecución del



objetivo primordial: potenciar la calidad y rendimiento de los cultivos a través de la supervisión y el empleo de sistemas inteligentes.

Este sistema busca administrar eficientemente variables críticas, presentándolas en interfaces y diseños comprensibles no solo para aquellos familiarizados con tales factores, sino también para individuos menos familiarizados con la tecnología actual, incluyendo incluso a agricultores de generaciones anteriores.

La aplicación se orienta a fusionar la agroindustria con las últimas innovaciones en protocolos de red y conectividad. En el contexto de cultivos aeropónicos e hidropónicos, se vislumbra la posibilidad de abrir el horizonte investigativo hacia conexiones bidireccionales. Estas no solo proveerían información valiosa, sino que también posibilitarían la ejecución remota de acciones en los cultivos basadas en los niveles y datos arrojados por el sistema.

En última instancia, este proyecto no solo responde a desafíos agrícolas actuales, sino que además establece los cimientos para una agricultura más eficiente, inteligente y adaptable a las necesidades cambiantes de la sociedad y el entorno.

REFERENCIAS

- [1] FAO2023*Hambre e inseguridad alimentaria*
- [2] Programa Mundial de Alimentos (WFP)*Una crisis alimentaria mundial*

[3] FAO2023*Mecanización Agrícola Sostenible Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*

[4] Análisis Del Estado Del Arte Del Internet De Las Cosas Aplicado A Cultivos2021Repositorios Unad

[5] Análisis Del Estado Del Arte Del Internet De Las Cosas Aplicado A Cultivos2021Repositorios Unad

[6] Aplicativo móvil para el monitoreo de la turbidez y el nivel del agua en un sistema aeropónico en el cultivo de la lechuga orgánica2023*Universidad Agraria del Ecuador*

[7] Venco2023*¿En que consiste LoRa?*

[8] The Things Industries2023*The Things Network*

(Statista Research Department, 2023)

[9] The Things Industries2023*Donde las empresas escalan sus soluciones LoRaWAN®*

[10]Comparativa y estudio de plataformas IoT2017UP*Commons*

[11] Desarrollo de aplicativo Web & Android para monitoreo y control a largo alcance de dispositivos LoRaWAN para integración con The Things Network2021*manglar.uninorte*

[12] Python como primer lenguaje de programación2010*Publicación interna del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México*

[13] Experiencia Académica en Desarrollo Rápido de Sistemas de Información Web con Python y Django2021*Scielo*

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



[14] Estado del Arte: Metodologías de
Desarrollo en Aplicaciones
Web2017UNAD

[15] *JavaHispano.org* Comparativa de
Frameworks WEBStatic2-47



CONEXIONES INSTITUCIONALES EN INVESTIGACIÓN ADMINISTRATIVA DESDE UNA PERSPECTIVA DE RECURRENCIA Y ESPECIALIDAD TEMÁTICA

INSTITUTIONAL CONNECTIONS IN ADMINISTRATIVE RESEARCH FROM A PERSPECTIVE OF RECURRENCE AND THEMATIC SPECIALIZATION

Calvo, Lorena^{1*}, del Rio, Abel^{2,4}, Amador, Jorge^{3,4}

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Carrera 23 con Diagonal 25F
Barrio Milán, Dosquebradas, Colombia

²Red de Consultoría Multidisciplinaria Ennodex, Bogotá D.C., Colombia

³Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Calle 28
A # 15 - 09, Bogotá D.C., Colombia

⁴Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Avenida Ciudad de Quito #11
Sur-2 a 11 Sur-48, Bogotá D.C., Colombia

*claudia.calvo@unad.edu.co

Resumen – Este estudio se centra en la aplicación del análisis de redes sociales como una metodología de identificación de las interconexiones entre instituciones y temas de investigación en el campo de la administración. El objetivo primordial es identificar los temas relevantes tanto a nivel local como nacional, teniendo en cuenta su impacto a escala global. Para esto, se seleccionó una muestra representativa de 42 instituciones y sus respectivos temas de investigación en ciencias administrativas, abarcando los cinco continentes con un destacado posicionamiento en el ranking de Shanghai. Mediante un análisis de redes, se exploró la relación entre los temas de investigación y las instituciones en el marco de un ejercicio de vigilancia tecnológica bajo los parámetros de innovación tecnológica en la industria 5.0, considerando la economía del conocimiento, la innovación y la competitividad como factores de toma de decisión de las instituciones. Los resultados del estudio indican que las instituciones de diversas regiones muestran variaciones significativas en su reconocimiento a nivel mundial. Además, se identificaron los nodos más especializados y los más conectados. Este trabajo resalta la importancia de fortalecer alianzas y redes de cooperación para enfrentar los desafíos de la investigación en ciencias administrativas.

Palabras clave— Análisis de redes sociales, ciencias administrativas, redes bipartitas, programas de Gestión.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Abstract - This study focuses on the application of social network analysis as a methodology for the identification of interconnections between institutions and research topics in the field of administration. The primary objective is to identify relevant themes at both local and national levels, considering their global impact. In order to achieve this, a representative sample of 42 institutions and their respective research topics in administrative sciences was selected. The sample was spanning across the five continents that have a prominent position in the Shanghai ranking. Through network analysis, the relationship between research topics and institutions was explored. The study's findings indicate that institutions from different regions display significant variations in their global recognition. Furthermore, the most specialized and interconnected nodes were identified. This work underscores the importance of strengthening alliances and cooperation networks to address the challenges of research in administrative sciences.

Keywords— Social network analysis, administrative sciences, bipartite networks, Management programs.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se usa el análisis de redes sociales como su enfoque primordial para reconocer las instituciones y áreas de investigación más significantes en el ámbito de la administración en un ejercicio de vigilancia tecnológica [1] acorde con la estructura de procesos innovación basados en el análisis de información gestionados en la industria 5.0 [2], considerando la economía del conocimiento [3], la innovación y la competitividad para la toma de decisiones. El análisis de redes sociales representa una metodología que posibilita a los investigadores explorar las conexiones entre los participantes de una red, tales como organizaciones o personas, así como los modelos de interacción que surgen entre ellos [4]. Para esto, se desarrolló una estructura de interconexiones entre instituciones y sus respectivas áreas de investigación, y posteriormente se evaluaron las interrelaciones empleando medidas de la red, tales como densidad y centralidad [5], manejando una

aproximación inicial dentro de un ejercicio de análisis de redes sociales en un enfoque dirigido, donde las instituciones se conectan con los temas de investigación [6].

Dentro del estudio también se utilizaron los conceptos de isomorfismo institucional y la mediación competitiva para comprender la manera en que los temas de investigación y los objetos de estudio están relacionados. El isomorfismo institucional es la tendencia de las instituciones a adoptar temas y métodos de investigación similares, mientras que la mediación competitiva es el proceso por el cual las instituciones se diferencian de las demás adoptando temas y métodos de investigación únicos [6, 7]. Estos conceptos son usados para analizar la forma en que se distribuyen los temas de investigación entre las instituciones y para identificar áreas de investigación estratégicas.

Para recopilar datos, se utilizó información de dos fuentes: el ranking Shanghai y Colciencias. El ranking de

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Shanghai es un ranking de universidades que mide su desempeño de investigación, mientras que Colciencias, en el momento de la recolección de la información, representaba la agencia gubernamental colombiana que promueve la ciencia, la tecnología y la innovación, debido a que recientemente se ha transformado en Ministerio. Para obtener representatividad de instituciones en todos los continentes, se tomaron las instituciones mejor posicionadas por región en el ranking de Shanghai para el año 2018. Dado que algunas regiones como Oceanía, Medio Oriente, Sur América y Centro América no figuraban en el ranking para ese año, fue necesario hacer una búsqueda manual de las mejores en el campo de administración en cada región.

Para el caso de Sur América, se utilizó la información disponible en Colciencias. El resultado final son 42 instituciones.

Para obtener los temas de investigación en cada una de las instituciones, se recurrió a la búsqueda manual dentro de cada página web aplicando la metodología de análisis de contenido para determinar los temas relevantes y su relación con las instituciones [8]. Al final, se consolidaron 44 temas que hacían parte de la agenda investigativa de las instituciones en el año 2018.

Posteriormente, se construyó la red bipartita [5] en la que se tiene dos tipos de nodos, siendo estos, instituciones y temas de investigación, evidenciándose conexiones entre los nodos, sin conexiones entre nodos del mismo tipo.

En esa red, cada institución se conecta con los temas de investigación que hacen parte de su agenda investigativa, o también puede leerse como la existencia de un grupo de temas que son investigados por un grupo de instituciones alrededor del mundo.

Finalmente, se construyen dos redes complementarias que son proyecciones de la red bipartita, es decir, dos redes monopartitas en las que se elimina uno de los conjuntos de nodos. La primera red monopartita, que corresponde con una proyección sobre los institutos de investigación, es decir, cada instituto se conecta con otro instituto en la medida en que comparten el mismo tema de investigación. El número de temas compartidos por dos instituciones es el peso del enlace representado por el grosor del enlace. La segunda red monopartita corresponde con la proyección sobre los temas de investigación, de forma análoga, dos temas de investigación que se conectan entre sí hacen parte de la agenda investigativa de la misma institución. El número de instituciones que comparten dos temas de investigación es el peso del enlace representado por el grosor del enlace.

II. RESULTADOS DISCUSIÓN

Y

A. *Conexión entre institutos y temas investigados*

La Figura 1 evidencia las conexiones existentes entre las instituciones y los temas de investigación, visualizándose

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



una alta representatividad de las Universidades Norteamericanas con un 30% de la totalidad de las instituciones.

De la parte superior hacia el nivel inferior se observan las instituciones y los temas de mayor conectividad en la red. Al lado izquierdo figuran las instituciones que más temas de investigación gestionan en sus agendas, dominado por las organizaciones Norte americanas y Europeas, como son, el *Columbia Business School* y el *INSEAD Management*. Para el caso de Sur América, la institución que se encuentra gestionando mayor número de temas de investigación es la Universidad ICESI con la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Al lado derecho se presentan los temas de investigación más recurrentes en las organizaciones encabezados por el Comportamiento y estabilidad financiera, y la globalización.

Desde esta perspectiva, el tamaño de los nodos se encuentra relacionado con el número de conexiones que son abordadas por el nodo, siendo una relación que se desarrolla de las instituciones hacia los temas en el momento en que nos encontramos analizando la red bipartita.

B. Conexiones entre institutos de investigación

En la Figura 2 se presenta la proyección de la red bipartita, descrita anteriormente, sobre los institutos de investigación en administración, donde las conexiones entre las instituciones existen porque comparten los mismos temas de investigación. Se observa que la red es densa hablando en términos

de conexiones. La densidad de la red mide la proporción de las relaciones presentes y el máximo de relaciones posible. Para este caso, el valor es de 0.973 lo que indica que la mayoría de instituciones investigan los mismos temas y la mayoría de los temas son investigados por casi todas las instituciones evidenciando isomorfismo institucional.

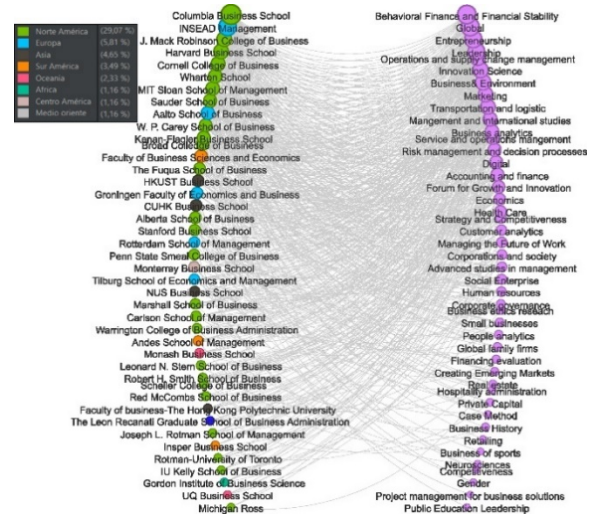


Figura 1. Red bipartita entre institutos de investigación en administración y los temas investigados

En la Figura 2 se presenta la proyección de la red bipartita, descrita anteriormente, sobre los institutos de investigación en administración, donde las conexiones entre las instituciones existen porque comparten los mismos temas de investigación. Se observa que la red es densa hablando en términos de conexiones. La densidad de la red mide la proporción de las relaciones presentes y el máximo de relaciones posible. Para este caso, el valor es de 0.973 lo que indica que la mayoría de instituciones investigan los mismos temas y la mayoría de los temas son

en términos de conexiones (densidad de la red de 0.848) lo que indica que muchos temas son investigados por muchas instituciones.

La globalización y la ciencia de la innovación son los dos temas que, además de ser investigados por una gran cantidad de instituciones, representan una conexión con las instituciones que más temas investigan al interior de la red. En cuanto a los temas poco conectados en esta red monopartita, se presentan la evaluación financiera, la administración de proyectos y los negocios del deporte, siendo temas especializados que son investigados por pocas instituciones y que las instituciones que desarrollan investigación en estos ámbitos se enfocan en un número de temas muy limitado evidenciando procesos altamente especializados.

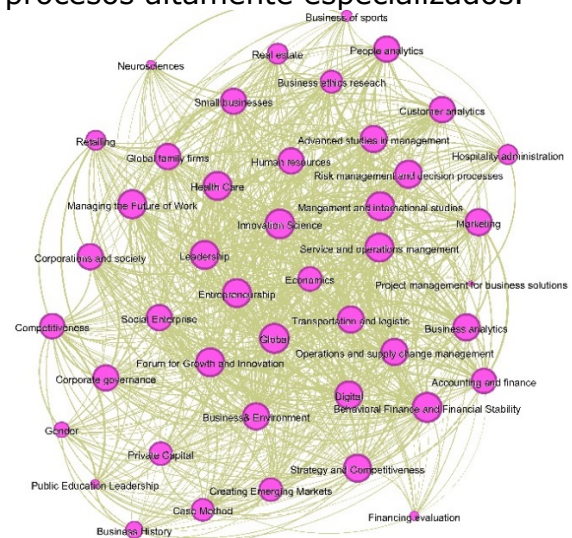


Figura 3. Proyección sobre los temas de investigación

IV. CONCLUSIONES

En la Figura 3 se muestra la proyección de la red bipartita sobre los temas de investigación en administración, donde las conexiones existen porque hacen parte de la agenda investigativa de diferentes instituciones, es decir, cada par de temas se conectan entre sí porque son investigados por la misma institución. Esta red también es densa



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

El análisis de los temas importantes en la investigación de ciencias administrativas permite identificar nodos institucionales destacados. Estos nodos son representativos de facultades, escuelas o programas de administración que abordan temas estratégicos a nivel global y regional, y a su vez, estos temas están alineados con la visión estratégica de cada institución requiriendo de coherencia entre sus intereses y sus capacidades organizativas.

Las conexiones entre instituciones y temas de investigación en el ámbito de la administración a nivel local, nacional y global destacan la importancia de fortalecer las alianzas y la cooperación en la investigación administrativa.

El análisis de redes reveló una red densa con alta conectividad entre instituciones y temas de investigación. La mayoría de las instituciones investigaron los mismos temas, y la mayoría de los temas fueron investigados por casi todas las instituciones. Algunas instituciones, como *W. P. Carey School of Business* y *INSEAD Management*, tuvieron un gran número de temas de investigación y los compartieron con otras instituciones, mientras que el *Michigan Ross* se especializó en algunos temas de investigación altamente relevantes demostrando mediación competitiva en sus procesos de investigación.

El estudio revela que solo tres instituciones educativas sobresalen en Suramérica, y aunque no son reconocidas en el ranking de Shanghái se encuentran a nivel competitivo de investigación en ciencias

administrativas. Este hallazgo señala la necesidad de mejorar otros institutos nacionales, ya que están considerablemente por detrás en comparación con los Estados Unidos. Este último país lidera la participación en el ranking de Shanghái y es un referente global en investigación en ciencias administrativas.

En Colombia, la presencia limitada de instituciones educativas en el ranking de Shanghái resalta la importancia de fortalecer la calidad y el enfoque en la investigación en ciencias administrativas. El hecho de que solo tres instituciones sean consideradas referentes a nivel nacional destaca una oportunidad para que otras instituciones mejoren y aspiren a un mayor reconocimiento internacional.

REFERENCIAS

- [1] 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. Universidad Santo Tomás.
- [2] Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530-535.
- [3] Torrent-Sellens, J. (2016). La economía del conocimiento y el conocimiento de la economía. *Oikonomics Revista de Economía, Empresa y Sociedad*, 5, 26-32.
- [4] Reinders, M. (2011). The role of social networks: Mark Granovetter.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Transformation and sustainability in agriculture: Connecting practice with social theory, 49-56.

[5] Barabási, A. L. (2013). Network science. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371(1987), 20120375.

[6] Aníbal del Río-Cortina, A., Armando Amador-Moncada, J., Ricardo Rentería-Ramos, R., & Darío Urrea-Ospina, I. (2021). Temas de investigación relevantes en ciencias administrativas: una mirada desde el análisis de redes. Revista EAN, (91).

[7] Ukobitz, D. V., & Faillant, R. (2022). The relative impact of isomorphic pressures on the adoption of radical technology: Evidence from 3D printing. Technovation, 113, 102418.

[8] Barringer, B. R., Jones, F. F., & Neubaum, D. O. (2005). A quantitative content analysis of the characteristics of rapid-growth firms and their founders. Journal of business venturing, 20(5), 663-687.

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



EJE 2 - EL PAPEL DE LA EDUCACIÓN Y LA FORMACIÓN EN LA INDUSTRIA 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



MÉTODOS CUANTITATIVOS Y MIXTOS PARA LA TOMA DE DECISIONES: UN BREVE ANÁLISIS SOBRE EL USO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN LOS PROCESOS INVESTIGATIVOS

QUANTITATIVE AND MIXED METHODS FOR DECISION MAKING: A BRIEF ANALYSIS OF THE USE OF COMPUTER TOOLS IN THE RESEARCH PROCESS

Vásquez Bernal, Oscar Alejandro^{1*}, Figueroa Peinado, Woody², Mosquera Laverde, William Eduardo³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Transversal 31 · 12-38 sur, Bogotá, Colombia

²Corporación Universitaria Minuto de Dios, Carrera 73A No. 81B – 70., Bogotá, Colombia

³Universidad Cooperativa de Colombia, Av. Caracas No. 37-63, Bogotá, Colombia

*oscar.vasquez@unad.edu.co

Resumen - En el desarrollo de procesos de investigación teórica y aplicada, existe el desafío de manejar grandes volúmenes de información que pueden volverse inmanejables y de difícil trazabilidad, sin el uso apropiado de herramientas teleinformáticas que apoyen el proceso de búsqueda, organización, rastreabilidad y almacenamiento de la información. Por otra parte, el uso de investigación cualitativa y mixta requiere de información primaria y secundaria para contrastar hallazgos, teorías y particularidades presentadas en la revisión. Este documento pretende explorar de manera corta, el uso de herramientas como Atlas TI, Nvivo y EverNote, sus características y potencialidades en el desarrollo de procesos de exploración, trazabilidad y agrupación de información investigativa.

Palabras clave— Atlas TI, Nvivo, EverNote, Investigación cualitativa, Investigación mixta.

Abstract - In the development of theoretical and applied research processes, there is the challenge of dealing with large amounts of information that can become unmanageable and difficult to trace without the appropriate use of tele-informatics tools that support the search process, organization, traceability, and storage of information. On the other hand, the use of qualitative and mixed research requires primary and secondary information to contrast the findings, theories, and peculiarities presented in the review. This document intends to briefly explore the use of tools such as Atlas TI, Nvivo and EverNote, their characteristics and potentialities in the



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

development of processes of exploration, traceability and grouping of research information.

Keywords— Atlas TI, Nvivo, EverNote, Qualitative research, Mixed research.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Este documento pretende mostrar una exploración documental relacionada con las temáticas de la investigación cualitativa y mixta, el uso de herramientas teleinformáticas para la búsqueda, organización, trazabilidad de información primaria y secundaria tales como Atlas TI, Nvivo y EverNote, sus ventajas y potencialidades.

Para el desarrollo metodológico de esta revisión, se realizó una investigación de tipo exploratoria con un enfoque cualitativo para la revisión preliminar, se utilizaron palabras clave relacionadas con los nombres de las herramientas teleinformáticas (Atlas TI, Nvivo y EverNote) y lo relacionado con la investigación cualitativa y mixta. Se realizó la consulta en las bases de datos indexadas Science Direct, SCOPUS y en Google Scholar.

Seguidamente se realizó un análisis de referencias de tipo descriptivo, mediante una muestra no probabilística por conveniencia de los hallazgos presentados. El horizonte de tiempo de revisión de la información está en el rango del año 2017 a 2023 inclusive.

En la tabla 1, se ilustra las bases de datos consideradas para la búsqueda bibliográfica, la construcción de la ecuación de búsqueda, la ventana de observación y la cantidad de productos de investigación encontrados.

Tabla 1. Relación de bases de datos consultadas y ecuación de búsqueda

Bases de datos	Ecuación de búsqueda	Ventana de observación	Número de productos encontrados
Science Direct	Atlas TI AND Nvivo	2017-2023	159 resultados
SCOPUS	OR EverNote	2017-2023	25 resultados
Web of Science (WoS)		2017-2022	33 resultados
Google Scholar		2017-2023	5800 resultados

Esta exploración presentó resultados interesantes sobre la cantidad de información presentada en cada una de las bases de datos considerando el horizonte de tiempo de búsqueda y las palabras clave.

Se consideraron las estadísticas de la cantidad de productos resultados de investigación de por áreas temáticas en las bases de datos de SCOPUS (Figura 1) y WoS (Figura 2), donde se muestra interés por las temáticas abordadas.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

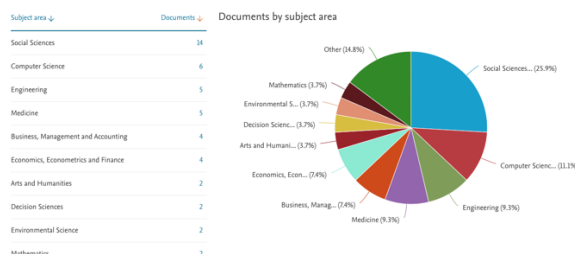


Figura 1. Estadística de búsqueda en SCOPUS

Nota: Relación de la cantidad de productos por área temática. Las ciencias sociales y las ciencias de la computación son las áreas que más aborda las temáticas de uso de las aplicaciones Atlas TI, NVivo y Evernote. Fuente SCOPUS (2023).

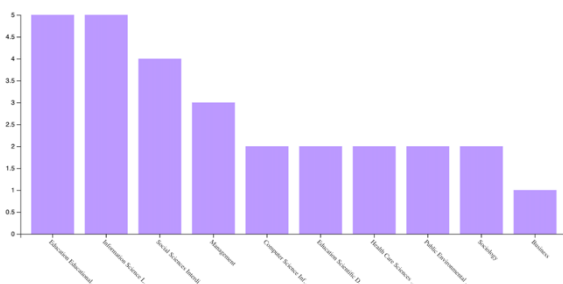


Figura 2 Estadística de búsqueda en WoS

Nota: Relación de la cantidad de productos por área temática. Las ciencias de la educación, ciencias de la información y ciencias sociales, son las áreas que más aborda las temáticas de uso de las aplicaciones Atlas TI, NVivo y Evernote. Fuente: Web of Science (2022).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los investigadores conocen poco acerca de la aplicación de softwares para el análisis de datos cualitativos (QDAS, por sus siglas en inglés) [1].

Estos realizaron una investigación de tipo analítico por medio de una revisión de 763 artículos empíricos en una ventana de tiempo de 1994 a 2013, revisando el lenguaje utilizado en las investigaciones. Como resultado pudieron observar que pocos son los investigadores que proporcionan información sobre el software utilizado para el manejo de datos cualitativos [1].

Por otra parte, [2] indican que al emerger las redes sociales en internet, los investigadores cualitativos han tenido una ventana de oportunidades para conocer gran cantidad de información, tanto para las personas que están al otro lado de las redes sociales, como para las personas que construyen el contenido que exponen en estas. Twitter, Facebook, LinkedIn, distintos blogs, wikis, han inundado de información la Internet, y para su uso, han utilizado Big Data para analizar y compartir información, sin embargo, la investigación cualitativa a partir de los sistemas de información no se ha utilizado de manera importante, lo cual genera una gran oportunidad y un desafío para el análisis de distintas fuentes de información. Los autores citan a [3], que indica que el 90% de la información de Internet son datos carecen de estructura.

Entretanto [4], realizan un análisis acerca del análisis cualitativo y las herramientas teleinformáticas tales como ATLAS.ti/Ethnograph/MAXQDA/NVivo, definen inicialmente el análisis cualitativo como el proceso de escrutinio e interpretación minuciosos de los datos cualitativos con el fin de transformarlos en hallazgos y conclusiones, generalmente



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

presentados como descripciones densas, temas generales e investigaciones detalladas de realidades socioculturales diversas [4].

Para emprender este proceso, el investigador debe disponer de un conjunto de datos que se preste al análisis cualitativo. Este conjunto de datos se compone normalmente de datos no numéricos, como grabaciones de audio y vídeo de interacciones, entrevistas, transcripciones (representaciones escritas del discurso y las actividades de las personas), notas de campo de observaciones y/o observaciones de participantes, imágenes (fotos, capturas de pantalla) y otros datos textuales de campo (cartas, correos electrónicos, informes, señalización y otros tipos de mensajería, etc.).

Esto contrasta directamente con el análisis de datos cuantitativos, para los investigadores que utilizan datos que se prestan al análisis estadístico y a otros tipos de mediciones numéricas y predictivas [4], del mismo modo el uso eficaz del software de análisis de datos cualitativos (QDA por sus siglas en inglés), puede ayudar a los investigadores cualitativos a realizar un análisis reflexivo desde el momento en que empiezan a importar y clasificar sus datos. A nivel micro, el software QDA puede utilizarse para organizar mejores archivos de datos, buscar en los datos, elaborar informes y, lo que es más importante, participar en la codificación cualitativa [4].

Por otra parte [5], realizó un ensayo de revisión en el cual expone las ventajas y beneficios de los softwares

de análisis de datos cualitativos (QDA), NVivo 2.0 and ATLAS.ti 5.0:

Tanto NVivo como ATLAS.ti son buenos productos y herramientas útiles para los investigadores de QDA. Las curvas de aprendizaje de estos paquetes también son similares. ATLAS.ti es claramente el más versátil de los dos, pero puede que mantenga su ventaja sólo por poco tiempo. La versión de producción actual de NVivo se lanzó en 2002 y está en proceso de mejoramiento continuo. Hasta entonces, hay pocas cosas de ATLAS.ti que no gusten; es un excelente paquete QDA de propósito general. NVivo 2.0, es una buena opción para entrevistas y otras investigaciones basadas en texto, pero una vez que los datos van más allá de textos relativamente sencillos, el desempeño de ATLAS.ti, es mejor porque puede importar, mostrar, codificar y analizar una amplia gama de tipos de datos cualitativos [5].

III. CONCLUSIONES

Los investigadores tienen la oportunidad de encontrar grandes cantidades de información en las redes sociales y potencializar el uso de las diferentes plataformas para analizar el comportamiento de un grupo de personas en cuanto a sus gustos, tendencias, capacidades de compra. El uso de herramientas tales como Atlas TI y Nvivo optimizan la organización y codificación de distintas fuentes de información.

En la literatura revisada existe poca información sobre la aplicación conjunta de EverNote, Atlas TI y Nvivo, sin embargo, se ha podido observar en la práctica que esta herramienta es



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

robusta en la organización de la información que ha entrado por medio de notas de entrevista, notas de clase, fotografías, entrevistas y en conjunto con las herramientas de análisis cualitativo de datos pueden codificar y estructurar grandes cantidades de información en el desarrollo de los procesos investigativos.

Durante el desarrollo de un trabajo como opción de grado, se presentan distintas etapas para el proceso investigativo, una revisión sistemática de literatura como información secundaria, una revisión de información de campo como información primaria, una interacción con personas o comunidades con la aplicación de instrumentos de recolección y validación de información y un análisis de información y de resultados. Estos procesos deben administrarse de manera eficiente y con el uso de herramientas tales como Atlas TI, Nvivo y Evernote podrá facilitar el manejo, la codificación y trazabilidad de los datos.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a los estudiantes Kenly Johana Ruíz Márquez, Claudia Constanza Jiménez Rey, Edwin Andrés Forero Useche por sus aportes.

REFERENCIAS

- [1] Paulus, T., Woods, M., Atkins, D. P., & Macklin, R. (2017) The discourse of QDAS: reporting

practices of ATLAS.ti and NVivo users with implications for best practices, *International Journal of Social Research Methodology*, 20:1, 35-47, DOI: 10.1080/13645579.2015.1102454

- [2] McKenna, B., Myers, M. D., Newmanc, M. (2017). Social media in qualitative research: Challenges and recommendations. *Information and Organization* 27 (2017) 87-99, <http://dx.doi.org/10.1016/j.infoandorg.2017.03.001>
- [3] Vijayan, J. (2015, June 25). Solving the Unstructured Data Challenge. *CIO Magazine*. Retrieved from <http://www.cio.com/article/2941015/big-data/solving-the-unstructured-data-challenge.html>.
- [4] Hart, T., Achterman, P. (2017). *Qualitative Analysis Software (ATLAS.ti/Ethnograph/MAXQDA/NVivo)*, John Wiley & Sons, Inc. Published 2017 by John Wiley & Sons, Inc. DOI: 10.1002/9781118901731.iecrm0194
- [5] Lewis R. B. (2004). NVivo 2.0 and ATLAS.ti 5.0: A Comparative Review of Two Popular Qualitative Data-Analysis Programs, *Field Methods*, Vol. 16, No. 4, November 2004 439-469 © 2004 Sage Publications



POLÍTICA PARA EL USO DE MODELOS DE LENGUAJE A GRAN ESCALA Y DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA MAESTRÍA EN GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN DE LA UNAD

POLICY FOR THE USE OF LARGE LANGUAGE MODELS AND GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MASTER'S PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY MANAGEMENT AT UNAD

Delgado-Quintero, Darío J. ^{1*}, Sepúlveda López, Jheimer Julian. ¹, Pineda Romero, Margarita María. ¹, Santos Mendez, Diego Julian. ¹

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Dirección, Ciudad, País

*dario.delgado@unad.edu.co

Resumen - Este artículo explora la incorporación de los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs) y la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), específicamente ChatGPT, en el programa de maestría en Gestión de Tecnología de Información de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. A través de la experimentación en un curso de la maestría, se identificaron una serie de aciertos y desafíos que permitieron elaborar una política para el uso eficiente, ético y equitativo de estas tecnologías en el ámbito educativo. Se abordaron aspectos críticos, como la privacidad de los datos, la no discriminación, la citación adecuada de la IA, la conciencia de la tendencia a la alucinación, el uso ético, el soporte técnico y emocional, y la revisión y actualización constante de la política. Además, se invita a una evaluación continua para la mejora constante de la integración de estas herramientas en el currículo. Los hallazgos subrayan la importancia de tener políticas claras y adaptativas para el uso de la IA en la educación, teniendo en cuenta tanto los beneficios como los posibles riesgos asociados con su uso.

Palabras clave— Modelos de Lenguaje a Gran Escala (LLMs), Inteligencia Artificial Generativa (IAG), Gestión de Tecnología de Información, Política de uso de IA, Ética en Inteligencia Artificial, Educación en Tecnología de Información.

Abstract - This article explores the incorporation of Large Language Models (LLMs) and Generative Artificial Intelligence (GAI), specifically ChatGPT, into the master's program in Information Technology Management from Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Through experimentation in a course of the master's program, a series of successes and challenges were identified that allowed the development of a



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

comprehensive policy for the efficient, ethical, and equitable use of these technologies in the educational setting. Critical aspects such as data privacy, non-discrimination, proper citation of AI, awareness of the hallucination tendency, ethical use, technical and emotional support, and constant policy review and update were addressed. Furthermore, continuous evaluation is encouraged for constant improvement of these tools' integration into the curriculum. The findings underline the importance of having clear and adaptive policies for the use of AI in education, considering both the benefits and potential risks associated with its use.

Keywords— Large Language Models (LLMs), Generative Artificial Intelligence (GAI), Information Technology Management, AI Usage Policy, Ethics in Artificial Intelligence, Information Technology Education.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Ante la actual explosión de productos "inteligentes", potenciados por la consolidación de la inteligencia artificial (IA) y en concreto, desde la aparición de la herramienta ChatGPT en noviembre de 2022 [1], se ha presentado un incremento exponencial en la aplicación de la IA en diversos ámbitos, incluyendo el educativo. Aunque ChatGPT es solo una representación de los numerosos avances en el campo de los Modelos de Lenguaje a Gran escala (LLMs) y las Inteligencias Artificiales Generativas (IAG)[2], su impacto, al igual que el de otras tecnologías similares, en los procesos de enseñanza y aprendizaje es innegable y merece una atención detallada. [3].

La incorporación de LLMs e IAGs en la educación se consolida como un avance significativo que ofrece numerosos beneficios potenciales. Estas herramientas pueden facilitar el aprendizaje adaptativo, proporcionar retroalimentación personalizada, apoyar la investigación y el análisis de datos, ofrecer servicios administrativos

automatizados y desarrollar evaluaciones innovadoras, entre otros posibles beneficios [4]. No obstante, para habilitar su uso y asegurar que estos beneficios se realicen de manera efectiva y equitativa, es crucial establecer políticas sólidas y reflexivas para la implementación y uso de estas tecnologías, así como también la mitigación de riesgos y el abordaje de desafíos.

Dicho esto, entre los principales riesgos y desafíos se presentan a continuación los siguientes. Primero, en términos de privacidad de los datos [5], los LLMs y las IAGs a menudo requieren grandes cantidades de datos para funcionar efectivamente, lo que podría comprometer información sensible sobre los estudiantes si no se maneja adecuadamente. Segundo, sin políticas adecuadas, podría haber desigualdades en el acceso a estas herramientas basadas en la ubicación geográfica, situación socioeconómica u otras barreras [6]. Tercero, la calidad de la educación podría verse afectada si estas herramientas no se utilizan de manera que complementen la interacción humana y el aprendizaje.



Cuarto, la responsabilidad y la transparencia podrían verse comprometidas, ya que es importante determinar quién es responsable cuando las IAGs o los LLMs dan resultados incorrectos o engañosos y cómo se toman las decisiones dentro de estas herramientas [7]. Por último, el uso de estas tecnologías también debe ser guiado por consideraciones éticas [8] para garantizar que se utilizan de manera responsable.

Ante estos desafíos y oportunidades, es evidente que una regulación reflexiva y estratégica es necesaria. La forma en que estas herramientas se implementen y utilicen puede tener efectos profundos y duraderos en nuestra sociedad y educación, para bien o para mal. Es por eso que a continuación se busca discutir y proponer una política de uso para los LLMs y las IAGs en el contexto educativo. Esta política buscará fomentar los beneficios potenciales de estas tecnologías, garantizando al mismo tiempo la mitigación de riesgos, la equidad en el acceso y el uso, la protección de la privacidad de los datos, la calidad de la educación y la transparencia y responsabilidad en su aplicación.

D. Marco para la definición de los elementos que componen la política

Para la definición de la política se partió de los resultados obtenidos de la experimentación en un entorno real en

el que se introdujo la herramienta ChatGPT en uno de los cursos de la Maestría en Gestión de Tecnología de Información (MGTI) de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, en este escenario se observaron los beneficios y desafíos de su uso en el aula. En concreto para la definición de la política se definieron las siguientes etapas:

- Implementación de ChatGPT en el curso seleccionado
- Recolección de comentarios y experiencias para identificar potenciales problemas, ventajas y oportunidades de mejora
- Análisis de comentarios e identificación de patrones para la incorporación a la política
- Definición de los elementos que constituyen la política

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Experimentación e identificación de comentarios

Se exploró el uso de ChatGPT como herramienta didáctica en la planificación estratégica dentro del ámbito de la estrategia digital⁶ [9], en donde se destacó la versatilidad educativa de la herramienta, permitiendo a los estudiantes aplicar teorías y herramientas de planificación estratégica en un entorno seguro y

⁶ Curso 214002 Arquitectura y Estrategia de Negocios de la MGTI



controlado. Durante el periodo 2023-1, se implementó este enfoque con 17 estudiantes, quienes obtuvieron una nota promedio de 4,31. Esto representó un avance significativo en comparación con los 18 estudiantes del mismo curso en el periodo 2022-2, cuya nota promedio fue de 3,92. A los estudiantes se le presentó:

- a) El uso potencial de ChatGPT en el contexto del curso
- b) Los Datos necesarios que debía proporcionar para utilizar la herramienta
- c) Las restricciones a tener en cuenta para el uso de ChatGPT
- d) Los Roles que la herramienta puede asumir [10]

B. Recolección y análisis de comentarios

Los resultados al finalizar el curso indicaron un aumento en las notas y una mayor profundidad en los análisis realizados por los estudiantes después de la incorporación de ChatGPT. Además, los estudiantes parecen haber mejorado su interpretación de los modelos estratégicos y su comprensión del sector estudiado. La IA, al asumir roles operativos, permite a los profesores y estudiantes centrarse en análisis y reflexión, y se destacó el valor de personalizar el contenido y el ritmo de aprendizaje, ofreciendo retroalimentación instantánea y adaptativa. Sin embargo, se observaron problemas como la aceptación de la información generada por ChatGPT sin corroborarla, lo que

puede reflejar una confianza excesiva en la tecnología, falta de habilidades críticas, presión del tiempo, falta de conciencia o experiencia con la herramienta, expectativas erróneas o simplemente falta de orientación y supervisión adecuadas. Otros desafíos identificados incluyeron una baja referenciación de la herramienta en los trabajos presentados, una baja calidad de los Prompts utilizados debido a una experiencia reducida o nula con estas herramientas, reticencia al uso de este tipo de tecnologías y deficiencia en posturas críticas hacia los resultados generados con este tipo de herramientas.

A partir del análisis sobre los aciertos y desafíos planteados por la incorporación de los Modelos de Lenguaje a Gran escala (LLMs) y las Inteligencias Artificiales Generativas (IAGs) en el contexto educativo, resulta evidente la necesidad de implementar políticas de uso reflexivas y exhaustivas para estos avances tecnológicos. Estas políticas deben estar orientadas a promover un entorno de aprendizaje inclusivo, seguro y eficaz, garantizando a su vez el uso ético de estas herramientas y la protección de la privacidad de los estudiantes.

Siguiendo esta lógica, se ha planteado el desarrollo de una política de uso para los LLMs y la IAG en el marco del programa de maestría en Gestión de Tecnología de Información teniendo como referente las experiencias vividas en el curso piloto antes descrito. Esta



política está diseñada para abordar los desafíos identificados y para facilitar el aprovechamiento óptimo de estas herramientas en la educación.

C. Planteamiento de la Política

A continuación, con base en los riesgos identificados y las recomendaciones presentes en la literatura, se presentan los principales elementos de esta política:

1. **Objetivo:** Esta política tiene como objetivo facilitar el uso eficiente, ético y equitativo de los LLMs y la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en el marco del programa de la Maestría en Gestión de Tecnología de Información.
2. **Circunstancias de uso permitido y prohibido** [11]: Los estudiantes pueden utilizar LLMs e IAG para apoyar su aprendizaje y mejorar su comprensión de los temas de estudio. Sin embargo, no deben ser utilizadas para plagiar, engañar en evaluaciones, ni realizar actividades que infrinjan el Código de Ética de la institución.
3. **Privacidad de los datos y consentimiento** [12]: Los estudiantes deben dar su consentimiento para el uso de sus datos personales por parte de estas herramientas. Además, todas las medidas necesarias deben ser implementadas para proteger la privacidad y seguridad de estos datos.
4. **No discriminación e inclusión** [12]: Se garantizará que estas herramientas sean accesibles y justas para todos los estudiantes, sin discriminación por ubicación geográfica, situación socioeconómica, idioma, discapacidad u otros factores.
5. **Citación y crédito a la IA** [11]: Cuando los estudiantes utilicen LLMs o IAG en sus actividades académicas, deben citar adecuadamente estas herramientas, de la misma manera que lo harían con cualquier otra fuente de información. Es importante entender que la creación de los Prompts constituye una producción intelectual del usuario, y, como tal, debe ser tratada con el mismo rigor y ética que se aplicaría a otras fuentes en la investigación académica.
6. **Consciencia de la tendencia a la alucinación y responsabilidad del estudiante** [13]: Los estudiantes deben entender que los LLMs e IAG pueden generar, en ocasiones, información incorrecta o engañosa ("alucinaciones"). Los estudiantes son responsables de verificar y validar la información obtenida de estas herramientas antes de incorporarla en su trabajo.
7. **Uso ético y responsable** [12]: Los estudiantes deben emplear LLMs e IAG de forma ética y responsable, respetando todas las leyes y regulaciones pertinentes, incluyendo las relacionadas con privacidad y derechos de autor.
8. **IA como herramienta de aprendizaje, no solo de producción de contenido** [11]: Se



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

anima a los estudiantes a utilizar estas herramientas principalmente para apoyar su aprendizaje y desarrollar su comprensión de los conceptos, en lugar de simplemente producir contenido.

9. **Soporte técnico y formación** [11]: Se proporcionará formación y soporte técnico para ayudar a los estudiantes a utilizar estas herramientas de manera efectiva. Los problemas técnicos o dificultades con el uso de los LLMs o la IAG deben ser reportados a profesores o responsables pertinentes.
10. **Interacción humana** [14]: A pesar del valor de estas herramientas en el aprendizaje, el programa se compromete a asegurar que no reemplacen la interacción humana, el apoyo emocional y social que los docentes y otros estudiantes pueden ofrecer.
11. **Revisiones y actualizaciones:** Esta política será revisada y actualizada periódicamente para garantizar que sigue siendo relevante y efectiva en tanto la tecnología de IA evoluciona.
12. **Evaluación continua:** Habrá una evaluación continua de la eficacia de estas herramientas y de su integración en el currículo. Se invita a los estudiantes y al personal académico a proporcionar retroalimentación sobre su uso.

III. CONCLUSIONES

Basándose en los hallazgos experimentales, se identificaron varios

riesgos inherentes al uso de LLMs y la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en el contexto educativo. En respuesta, se diseñó una política que mitigar dichos riesgos o hallazgos. A continuación, se presenta una tabla, ver Tabla 6, que relaciona los hallazgos y riesgos identificados con los componentes correspondientes de la política propuesta.

Tabla 6. Relación entre los Hallazgos de la Experimentación y Riesgos Identificados con los Componentes Correspondientes de la Política Propuesta

Hallazgo de la Experimentación / Riesgo Identificado	Componente de la Política que lo Atiende
Aceptación de la información generada por las IAG sin corroboración	Consciencia de la tendencia a la alucinación y responsabilidad del estudiante
Falta de familiaridad y experiencia con estas tecnologías	Soporte técnico y formación
Falta de referenciación de la herramienta en trabajos presentados	Citación y crédito a la IA
Privacidad de los datos de los estudiantes	Privacidad de los datos y consentimiento
Desigualdades en el acceso a estas herramientas	No discriminación e inclusión
Falta de interacción	Interacción humana



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

humana y aprendizaje	
Responsabilidad y transparencia en los resultados de las IAG	Revisiones y actualizaciones, Evaluación continua
Uso ético y responsable de estas tecnologías	Uso ético y responsable

La política busca garantizar un uso eficiente, ético y equitativo de las tecnologías de IA, en particular los LLMs y la IAG, en el contexto educativo. Al abordar directamente los hallazgos de la experimentación y los riesgos identificados, se busca proporcionar un marco que el programa de maestría y eventualmente otras instituciones educativas puedan adoptar para mejorar el aprendizaje de los estudiantes al mismo tiempo que minimizan los riesgos potenciales en la incorporación de estas tecnologías.

REFERENCIAS

- [1] OpenAI, "Introducing ChatGPT", <https://openai.com/blog/chatgpt>, el 30 de noviembre de 2022.
- [2] L. Floridi, "AI as Agency Without Intelligence: on ChatGPT, Large Language Models, and Other Generative Models", *Philos Technol*, vol. 36, núm. 1, p. 15, mar. 2023, doi: 10.1007/s13347-023-00621-y.
- [3] F. J. García Peñalvo, F. Llorens-Largo, y J. Vidal, "La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa", *RIED-Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, vol. 27, núm. 1, 2023, doi: <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>.
- [4] Tareq Rasul et al., "The role of ChatGPT in higher education: Benefits, challenges, and future research directions", *Journal of Applied Learning & Teaching*, vol. 6, núm. 1, may 2023, doi: 10.37074/jalt.2023.6.1.29.
- [5] M. Esplugas, "The use of artificial intelligence (AI) to enhance academic communication, education and research: a balanced approach", *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, jul. 2023, doi: 10.1177/17531934231185746.
- [6] S. Mohamadi, G. Mujtaba, N. Le, G. Doretto, y D. A. Adjero, "ChatGPT in the Age of Generative AI and Large Language Models: A Concise Survey", jul. 2023, doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.04251>.
- [7] N. Ahmad, S. Murugesan, y N. Kshetri, "Generative Artificial Intelligence and the Education Sector", *Computer (Long Beach Calif)*, vol. 56, núm. 6, pp. 72-76, jun. 2023, doi: 10.1109/MC.2023.3263576.
- [8] M. Sharples, "Towards social generative AI for education: theory, practices and ethics", jun. 2023, doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.10063>.



- [9] D. J. Delgado-Quintero y J. J. Sepulveda Lopez, "Chat GPT como herramienta de soporte a los procesos de aprendizaje en educación a distancia y virtual: Enseñanza del planteamiento de una estrategia digital.", *nstitute for the Future of Education Conference / IFE Conference - INNOVACIÓN [Documento en proceso de evaluación]*. 2023.
- [10] UNESCO, "ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior, Guía de Inicio", https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2023/04/ChatGPT-e-Inteligencia-Artificial-en-la-educacio%CC%81n-superior-Gui%CC%81a-de-inicio-ra%CC%81pido_FINAL_ESP.pdf . UNESCO-IESALC, 2023.
- [11] Michael Neumann, Maria Rauschenberger, y Eva-Maria Schön, "'We Need To Talk About ChatGPT': The Future of AI and Higher Education", mar. 2023. doi: <https://doi.org/10.25968/opus-2467>.
- [12] UNESCO, "ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior, Guía de Inicio", UNESCO-IESALC, 2023. Consultado: el 23 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2023/04/ChatGPT-e-Inteligencia-Artificial-en-la-educacio%CC%81n-superior-Gui%CC%81a-de-inicio-ra%CC%81pido_FINAL_ESP.pdf Reconocimientos
- [13] Z. Li, "The Dark Side of ChatGPT: Legal and Ethical Challenges from Stochastic Parrots and Hallucination", abr. 2023.
- [14] A. Guío, E. Tamayo, P. Gómez, y M. Mujica, "Marco ético para la inteligencia artificial en Colombia", *Marco ético para la inteligencia artificial en Colombia*, 2020.



ROMPIENDO BARRERAS DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA CON LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

BREAKING BARRIERS OF DISTANCE EDUCATION WITH ENVIRONMENTAL EDUCATION

Cabrera, Karen^{1*}, Tenjo, Dolly²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Transversal 31 # 12-38 Sur, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Transversal 31 # 12-38 Sur, Bogotá,
Colombia *correo electrónico del autor de correspondencia: dolly.tenjo@unad.

edu.co

Resumen - A pesar de las múltiples ventajas de la educación a distancia, diferentes autores han reportado sus dificultades, entre las cuales se encuentra la brecha comunicativa entre docentes y estudiantes. De manera que, para reducir esta brecha, se propone utilizar el senderismo, una estrategia de la educación ambiental con la comunidad académica de la UNAD zona centro Bogotá y Cundinamarca. El objetivo es evaluar una estrategia de la educación ambiental en la educación a distancia. Se propone utilizar diferentes herramientas de la investigación acción participativa que permiten una valoración y mediación como: el sociograma, mapas cognitivos, relatos de vida, Photovoice y encuestas participativas. Estas experiencias se han ido replicando desde 2017, en diferentes senderos de Bogotá y Cundinamarca. Se ha podido lograr una mejoría en las interacciones sociales, una apropiación del territorio, concientizar acerca de conservar espacios naturales y mejorar la condición física de la población.

Palabras clave— Educación a distancia, educación ambiental, senderismo.

Abstract - Despite the multiple advantages of distance education, different authors have reported its difficulties, among which is the communication gap between teachers and students. So, to reduce this gap, it is proposed to use hiking, an environmental education strategy with the academic community from the UNAD in the central area of Bogotá and Cundinamarca. The objective is to evaluate a strategy of environmental education in distance education. It is proposed to use different participatory action research tools that allow assessment and mediation such as: the sociogram, cognitive maps, life stories, Photovoice and participatory surveys. These experiences have been replicated since 2017, on different paths in Bogotá and Cundinamarca. There has been an improvement in social interactions, an appropriation of the territory, raising awareness about conserving natural spaces and improving the physical condition of the population.

Keywords— Distance education, environmental education, hiking.



I. MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación: la presente investigación se ubica en el enfoque cualitativo dentro de la investigación acción participativa (IAP) pues se busca generar un cambio con la participación de una comunidad, aquí "se indaga al mismo tiempo que se interviene" (Sampieri, 2018, p. 496).

Población de estudio: comunidad académica de la zona centro Bogotá y Cundinamarca de la UNAD.

Métodos: como la investigación busca evaluar una estrategia de la educación ambiental en la educación a distancia el principal instrumento y estrategia será el senderismo. Se proponen 6 senderos. En cada sendero se aplicarán diferentes herramientas de la IAP tales como: el sociograma, mapas cognitivos, relatos de vida, Photovoice y encuestas participativas. Estas son técnicas que al ser parte de la IAP permiten el diagnóstico y la intervención al unisonó.

Fase 1. Estudio preliminar

Se realizó una encuesta participativa con la población que asistió a las actividades de senderismos en las caminatas realizadas en el Parque Entre Nubes, Desierto de Sabrinsky, y sendero la aguadora, el delirio. Con la cual se buscaba identificar las molestias de la comunidad frente a la educación a distancia y mediante las preguntas dar una voz a sus inconformidades.

Fase 2. Autodiagnóstico.

En la segunda fase se busca analizar e interpretar la información obtenida en la encuesta participativa y a partir de ello, aplicar la segunda herramienta de la IAP, el sociograma. Durante el recorrido en este espacio se contará con acompañamiento de la comunidad vecina al humedal y se familiarizará a los participantes con la importancia del trabajo en equipo y defensa del territorio con el cual se realizará un sociograma siguiendo la metodología de Frances, et al. 2015, p. 97.

Lo ideal es utilizar el sociograma para hacer visibles esas problemáticas encontradas en la primera fase e igualmente ofrecer soluciones. Para la aplicación del sociograma se dividirán en dos grupos de trabajo, el primer grupo realizará un sociograma de la UNAD teniendo en cuenta las relaciones sociales, no la jerarquización. El segundo grupo realizara un sociograma del humedal.

Fase 3. Programación y puesta en marcha de acciones.

Partiendo de lo obtenido en la fase 1 y 2, se iniciará la fase 3. Esta es la fase de intervención, donde con la información recopilada se aplicarán diferentes herramientas de la IAP para lograr los objetivos del proyecto. En el sendero 3 se aplicarán los mapas cognitivos. Los participantes serán divididos en dos grupos, cada grupo realizara su mapa cognitivo donde realice un mapa en el que ubique puntos como: espacios públicos



infravalorados, sinergias espacio temporales y diferencias del uso del espacio.

En el sendero 4 se aplicará la técnica relatos de vida según la metodología de Frances et al. (2015). En este caso se solicitará a los participantes elaborar dos relatos un relato corto acerca de su experiencia en la UNAD y otro de su experiencia con el proyecto. Esto con la intención de generar una comunicación afectiva con los participantes, se busca además analizar que tanto impacto ha tenido el proyecto.

Fase 4. Evaluación y cierre.

En el sendero 5 se utilizará el Photovoice. Para esto se solicitará al final del recorrido enviar las fotografías por correo electrónico y posteriormente se solicitará a todos los participantes escoger a través de una encuesta, las fotografías que representen la experiencia. A la par los investigadores analizarán las imágenes y su relación con los objetivos del proyecto.

En el sendero 6 se aplicará nuevamente la encuesta participativa, pero esta se realizará igualmente para evaluar los alcances del proyecto. Previo al sendero

se enviará una encuesta a los inscritos y participantes anteriores para evaluar que es importante cuestionar en este tipo de experiencias, a partir de esta información diseñar la encuesta participativa que se aplicará al cierre del sendero.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro del curso de biología y la escuela de ciencias básicas, tecnología e ingeniería (EBTI) de la universidad nacional abierta y a distancia (UNAD) se han organizado desde 2017 una serie de caminatas como parte de una estrategia para involucrar y apropiar a los estudiantes con la institución y con su territorio en este caso la ciudad de Bogotá y algunos otros lugares en Cundinamarca. Dentro de los sitios donde se ha practicado senderismo están: los humedales la Conejera, Córdoba, Tibabuyes, Jaboque, así mismo otros sitios de interés como el parque entre nubes, la quebrada las delicias, sendero el delirio y otros trayectos dentro de los municipios de Facatativá o Bojacá entre otros.



Imagen 1. Caminata Aula Ambiental Parque Entre Nubes, 2017, autoría propia.

La comunidad académica ha mostrado interés en ese tipo de actividades, dentro de los asistentes están estudiantes, egresados, docentes y familiares. El número de asistentes llegó hasta 40 personas antes del confinamiento. Durante estos recorridos se concientizó acerca de la conservación de ecosistemas, reconocimiento de flora y fauna, y estrategias para disminuir el consumo con cambios en el modo de vida.



Imagen 2. Caminata Desierto de Sabrinsky, 2020, autoría propia

Durante las múltiples actividades de senderismo se ha podido evidenciar y constatar que: el senderismo permite establecer una comunicación efectiva y afectiva con la comunidad académica de la UNAD; han posibilitado, además, visibilizar a la UNAD como una institución presente en las dinámicas del territorio. Así mismo, se ha concientizado acerca de la importancia de preservar espacios naturales y han mejorado la condición física de la comunidad académica.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Imagen 3. Caminata sendero la aguadora, el delirio, 2019, autoría propia

Es importante resaltar que el senderismo como estrategia de la educación ambiental puede ser útil para solventar algunas desventajas de la educación virtual a distancia; como la falta de interacción y comunicación entre la comunidad académica.

IV. CONCLUSIONES

El senderismo como estrategia de educación ambiental permite la generación de alternativas para mejorar la comunicación entre el estudiante y el e-mediador, fomentando espacios de encuentros de vida académica que además involucre a la familia de los involucrados, generando sentido de pertenencia a la institución. Dado que genera beneficios para la comunidad académica como para el ambiente, tales como: mejorar el conocimiento, las competencias de los estudiantes sobre los temas ambientales. Asimismo, se aporta con

el objetivo de desarrollo sostenible ODS, mejora de la salud y bienestar, al presentar alternativas que permitan realizar actividades, como el senderismo, que permitan un desarrollo físico y emocional

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de las autoras a los participantes a cada una de las caminatas por sus aportes y acompañamiento. Asimismo, a sus familias por su amor y comprensión.

REFERENCIAS

- (1) Barboza, J., Barboza, J., & Rodriguez, M. (2013). Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas. Investigación Bibliográfica, 83-105.
- (2) Booth, W., Colomb, G. & Williams (2003). The Craft of Research (Segunda ed.). Chicago: The University of Chicago Press. [f](#)
- (3) Calvo, G. & Vélez, A. (1992). Análisis de la investigación en la formación de investigadores. Bogotá: Universidad de la Sabana.
- (4) Callon, M. (2006). Luchas y negociaciones para definir qué es y qué no es problemático. La sociológica de la traducción. Redes, 12 (23), 105-128.
- (5) DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE CIENCIA, T. E. (s.f.). ANEXO 3 - DESCRIPCIÓN RUBROS, EJEMPLO DE



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

- PRESUPUESTO*. Recuperado el 01 de 04 de 2020
- (6) Fujimura, J. (1987). Constructing «Do-Able» Problems in Cancer Research: Articulating Alignment. *Social Studies of Science*, 17(2), 257-293.
- (7) Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill Education.
- (8) Turabian, K. (2007). A Manual for Writers of Research Papers, Theses, and Dissertations. Chicago Style for Students and Researchers (Séptima ed.). (W. Booth, G. Colomb, & J. Williams, Edits.) Chicago: The University of Chicago Press. Disponible en: <http://jcs.edu.au/wp-content/uploads/2016/09/Amanual-for-writers-of-research-papers-thesesand-dissertations.pdf>
- (9) Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (22 de 08 de 2008). *Sello Editorial UNAD*. Recuperado el 06 de 11 de 2019, de <https://sgeneral.unad.edu.co/imagenes/documentos/consejoSuperior/acuerdos/2008/COSU-ACUE-00-06-26082008.pdf>



TIC COMO MODELO EDUCATIVO: UN ACERCAMIENTO DESDE LOS PEI DE LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS DEL MUNICIPIO DE DOSQUEBRADAS

ICT AS AN EDUCATIONAL MODEL: AN APPROACH FROM THE PEI OF THE PUBLIC INSTITUTIONS OF THE MUNICIPALITY OF DOSQUEBRADAS

Sepúlveda López, Jheimer Julián^{1*}, Cortes Algeciras, Wcdaly², Ruiz Cardona, Diana Carolina³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Manizales, Colombia

² Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Dosquebradas, Colombia

³ Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Dosquebradas, Colombia

*jheimer.sepulveda@unad.edu.co

Resumen - En el municipio de Dosquebradas existen instituciones de educación media que brindan calidad educativa y que responden a los diferentes sectores de la comunidad; estas instituciones fomentan los procesos académicos en los estudiantes, permitiéndoles desarrollar su intelecto por medio de las diferentes cátedras que la componen. En este documento se identifica y analiza el enfoque que las instituciones le dan a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en sus Proyectos Educativos Institucionales (PEI); esto se refiere a la manera en la que promueven el uso y apropiación de TIC y los planes estratégicos que tienen las instituciones para mejorar los componentes. Este análisis, permitirá determinar si las TIC están inmersas en los diferentes currículos de las instituciones públicas del municipio, con el propósito de ser un insumo para identificar qué procesos de alfabetización digital se deben realizar en la comunidad académica.

Palabras clave— Alfabetización digital, brecha digital, colegios públicos, planes educativos, TIC.

Abstract - In the municipality of Dosquebradas there are secondary education institutions that provide educational quality and that respond to the different sectors of the community; These institutions promote academic processes in students, allowing them to develop their intellect through the different chairs that comprise it. This document identifies and analyzes the approach that institutions give to Information and Communication Technologies (ICT) in their Institutional Educational Projects (PEI); This refers to the way in which they promote the use and appropriation



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

of ICT and the strategic plans that the institutions have to improve the components. This analysis will make it possible to determine if ICTs are immersed in the different curricula of the public institutions of the municipality, with the purpose of being an input to identify what digital literacy processes must be carried out in the academic community.

Keywords— Digital divide, digital literacy, educational plans, ICT, public schools.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto, se revisó material bibliográfico aportado por la Secretaría de Educación de Dosquebradas para identificar los PEI de las instituciones públicas del municipio, luego de esto, se revisó el material identificado utilizando la Metodología para el análisis y la revisión crítica de artículos de investigación de Garcés y Duque (2007). Se realizó una matriz de información que va a permitir caracterizar estos planes y los enfoques TIC con los que cuentan cada una de las instituciones.

Es importante tener en cuenta que los planes educativos institucionales (PEI) son la hoja de ruta que debe tener toda institución educativa, ya que por medio de esta puede expresar y enmarcar los principios y los fines de cada institución de acuerdo con sus aspectos sociales, culturales y económicos.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se relacionan las instituciones educativas del municipio de Dosquebradas, se identifican cuales cuentan con los PEI actualizados y de cuales instituciones no se encontró proyecto ni en la web ni en la

información suministra por la secretaria de educación del municipio.

De las 21 instituciones educativas con las que cuenta el municipio de Dosquebradas y luego de la revisión realizada, se logró evidenciar que solo 15 de ellas cuentan con el Plan Educativo Institucional, de estas, una de ellas no hace referencia a un enfoque de las TIC, en ese orden de ideas, se puede concluir que el 66,6% de las instituciones educativas del municipio cuentan con un Plan Educativo Institucional enfocado a las TIC.

Instituciones Educativas y PEI		
Nombre Institución	Cuenta con PEI - SI/NO	Hace referencia a las TIC en el PEI - SI/NO
Colegio Salesiano San Juan Bosco	SI	SI
I.E. Agustín Nieto Caballero	SI	SI
I.E. Bernardo López Pérez	SI	SI



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

I.E. Bosques de la Acuarela	SI	SI
I.E. Cartagena	SI	SI
I.E. Cristo Rey	NO	-
I.E. Eduardo Correa Uribe	NO	-
I.E. Empresarial	SI	SI
I.E. Enrique Millán Rubio	SI	SI
I.E. Fabio Vásquez Botero	SI	SI
I.E. Hogar Nazareth	NO	-
I.E. Juan Manuel González	NO	-
I.E. Los Andes	SI	SI
I.E. Manuel Elkin Patarroyo	NO	-
I.E. Nuestra Señora de Guadalupe	SI	NO
I.E. Nueva Granada	SI	SI
I.E. Pablo Sexto	SI	SI
I.E. Popular Diocesano	SI	SI
I.E. Santa Isabel	NO	-
I.E. Santa Juana De Lestonnac	SI	SI

I.E. Santa Sofía	SI	SI
------------------	----	----

Tabla 1. Instituciones educativas y PEI.

Vale la pena resaltar que cada Plan Educativo Institucional debe seguir una hoja de ruta para ser construido; debe contener la visión, misión, objetivos estratégicos, propuesta pedagógica y de gestión.

Luego de identificar y analizar los PEI de las instituciones educativas, se procede a realizar, para cada una de ellas, la revisión de las temáticas que contiene. Identificando allí el enfoque dado a las TIC, o la ausencia de este.

Las instituciones educativas aventajan a cualquier otro programa de capacitación o nivelación en cuanto al cubrimiento que tienen, el tiempo en el logran acompañar al estudiante y las edades de los mismos durante este acompañamiento por ello es muy importante que evalúen los impedimentos y resistencias para integrar las TIC a sus PEI y que se plantee este desafío como una oportunidad para la institución como agente de empoderamiento de sus estudiantes y de influencia en el progreso del país. También es una oportunidad para el planteamiento de la identidad institucional y de sus objetivos en los siguientes años en los que los instrumentos de las TIC y las redes que las comunican difuminen las fronteras de la institución con la comunidad y con el mundo.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Para la elaboración de los Planes Educativos Institucionales se sugiere que cada institución indague y revise las leyes, decretos y conceptos que expide el Ministerio de Educación Nacional, para que se realicen unos documentos bien fundamentados, actualizados y acordes con lo que se vive hoy en día, por eso es importante que cada institución investigue a fondo de acuerdo con su ubicación, sector social y cultural.

Después de su elaboración cada institución deberá ponerse en la tarea de revisar de qué forma lo va a socializar ya que las instituciones educativas deberán tener relación con las otras y manejar la misma ruta. En este documento se evidenció que cada una de ellas es un mundo aparte y no solo en las temáticas si no también en sus enfoques.

Para hacer más efectivos estos procesos se requiere involucrar la comunidad educativa de forma directa y buscar metodologías que integren y llamen la atención para que cada una de las personas cumplan a cabalidad cada parte del Plan Educativo Institucional.

Cada Plan Educativo Institucional debe incluir en todas sus asignaturas el enfoque a las TIC, no solo porque hoy en día en la vida cotidiana todo está evolucionando a lo digital si no porque permite a las personas desarrollar otras habilidades que no conocía. También es importante que desde el grado Primaria de cada institución se incentive el enfoque de las TIC por que se estaría

involucrando más a los padres de esta comunidad educativa a que se motive e indaguen sobre este tipo de temas.

III. CONCLUSIONES

Al encontrar en algunas instituciones una integración muy tímida de las TIC en sus PEI casi dirigida a tiempos en los que no se había masificado el acceso e influencia, se podría concluir que las TIC están pensadas por las IE desde ese pasado o que las instituciones se piensan a sí mismas desde esos anteriores contextos.

La mayoría de las instituciones educativas del municipio de Dosquebradas no cumplen en su totalidad con todos los criterios solicitados por el ministerio de educación ya que falta anexar temáticas sobre TIC y reforzar los proyectos pedagógicos que tiene cada institución.

Las instituciones I.E. Bosques de la Acuarela y I.E. Nueva Granada, son las instituciones que más se acercan a lo que quiere llegar el Ministerio de Educación, pero deben actualizar su contenido.

Las instituciones Colegio Salesiano San Juan Bosco, I.E. Agustín Nieto Caballero, I.E. Bernardo López Pérez, I.E. Cartagena, I.E. Empresarial, I.E. Enrique Millán Rubio, I.E. Fabio Vásquez Botero, I.E. Los Andes, I.E. Nuestra Señora de Guadalupe, I.E. Pablo Sexto, I.E. Popular Diocesano, I.E. Santa Juana De Lestonnac, I.E. Santa Sofía, que se mencionan deben investigar y mejorar sus PEI porque su información está muy básica con respecto a sus asignaturas y los enfoques que tiene cada asignatura. I.E. Manuel Elkin Patarroyo, cuenta con



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

su Plan Educativo Institucional pero su enfoque no tiene temáticas sobre las TIC, al realizar la revisión, se considera necesario incluir su enfoque a las TIC ya que en esta nueva era de la digitalización es importante las temáticas orientadas a las TIC. I.E. Cristo Rey, I.E. Eduardo Correa Uribe, I.E. Hogar Nazareth, I.E. Juan Manuel González, I.E. Manuel Elkin Patarroyo, I.E. Santa Isabel, de estas instituciones educativas no se evidenciaron los Planes Educativos Institucionales, se sugiere a estas instituciones hagan públicos sus planes educativos para que la comunidad pueda acceder a ellos, y si no existen estos PEI se propongo que investiguen y puedan elaborarlos ya que es la hoja de ruta de cada institución.

De las 15 instituciones educativas que cumplieron con los criterios seleccionados, se puede decir que un 20% cumplieron con las expectativas esperadas, las cuales son **I.E. Bosques de la Acuarela y I.E. Nueva Granada**, ya que los Planes Educativos Institucionales son completos por que cumplen, en ser la hoja guía de cada institución y deja al lector sin duda alguna, aclara interrogantes como, ¿hacia dónde va la institución?, ¿cuáles son los valores institucionales que los representa? y esto es lo que pretende el Ministerio de Educación. Es de resalta que el enfoque de las TIC estas en la gran mayoría de sus asignaturas y esto hace que se confirme que son los PEI más completos.

Cuando se habla de las demás instituciones, hay que resaltar que detrás de cada Plan Educativo

Institucional existe un trabajo arduo, sin dejar de anotar que hay unos PEI más desactualizados que otros y no mencionan su enfoque a las TIC.

Al momento de analizar cada PEI en relación con cuál es el enfoque en sus asignaturas no se obtuvo mayor información y en algunos se evidencia que su único enfoque era la sala de informática o la asignatura de Tecnología e Informática que se tiene en la institución. Este panorama no es para nada alentador y la idea es poder utilizar este tipo de herramientas para llegar a analizar estos escenarios y plantear soluciones que aporte a la mejor de estos Planes Educativos Institucionales.

Se considera que hoy en día todos los PEI de las instituciones a nivel nacional debe estar enfocados a las TIC, no solo por disminuir la alfabetización digital sino también para tener una mejor carta de presentación hacia otras instituciones, permitir que todas las instituciones educativas del país estén enrutadas y hable el mismo idioma, para que de esta formar ir mejorando el nivel educativo del país.

REFERENCIAS

- [1] Garcés Cano, J. E. y Duque Oliva, E. J. (2007). Metodología para el análisis y la revisión crítica de artículos de investigación. Innovar, 17(29), 184-194.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/19596>
- [2] Congreso de Colombia. (8 de febrero de 1994). Artículo 23. Ley

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

General de Educación. [Ley 115 de 1994]. DO: 41.214
[3] Lugo, M. T. y Kelly, V. (2011). La matriz TIC Una herramienta para planificar las Tecnologías de la Información y Comunicación en las

instituciones educativas.
<https://oei.org.ar/ibertic/evaluacion/biblioteca/36/la-matriz-tic-una-herramienta-para-planificar-las-tecnologias-de-la-informacion-y>





ESTADO DEL ARTE DE LABORATORIOS VIRTUALES Y LABORATORIOS REMOTOS EN FISICA

STATE OF THE ART OF VIRTUAL LABORATORIES AND REMOTE LABORATORIES IN PHYSICS

Tique, Diana^{1*}, Lugo, Nidia², Torres, Freddy³

¹Universidad Nacional Abierta y a distancia, Zipaquirá, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a distancia, Bogotá, Colombia

³Universidad Nacional Abierta y a distancia, Bogotá, Colombia

*diana.tique@unad.edu.co

Resumen - Este artículo tiene la finalidad de presentar el estado del arte relacionado con el uso de laboratorios virtuales y/o remotos para la enseñanza de la física mecánica a nivel universitario en las carreras de ciencia e ingeniería, se abarcan estudios de los últimos 10 años. Esta revisión se centra en las metodologías que se emplean para su incorporación en la asignatura, y como estos promueven su articulación con los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), además de incluir trabajos que hace uso de software para la enseñanza de la física, especialmente el trabajo experimental. Con el objeto de enriquecer las perspectivas y los insumos para consolidar cual ha sido el avance internacional, Nacional y dentro de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia se ha analizado algunas bases de datos como Scopus, Redalyc, Dialnet, Scielo; las cuales permitirán evidenciar la importancia en el acceso para todos a la educación e interactividad con los elementos de laboratorio; adicionalmente, los resultados de aprendizaje de estudiantes que han tomado estas modalidades han mostrado resultados positivos en comparación con los laboratorios tradicionales. A pesar de esto, este tipo de modalidades son un complemento a la formación debido a que las habilidades prácticas no son desarrolladas en su totalidad.

Palabras clave— ABI, EVA, física mecánica, laboratorios remotos, laboratorios virtuales.

Abstract- this article has the purpose of presenting the state of the art related to the use of virtual and/or remote laboratories for the teaching of mechanical physics at the university level in science and engineering careers, studies of the last 10 years are covered. This review focuses on the methodologies that are used for its incorporation into the subject, and how these promote its articulation with virtual learning environments (EVA), in addition to including Works that make use of software for the teaching of physics, especially experimental work. To enrich the perspectives and inputs to consolidate what has been the international, national and within the national open and distance University, some databases such as Scopus, Redalyc, Dialnet, Scielo. Which Will make it posible to demonsttrate the importance of Access



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

for all to education and interactivity with laboratory elements; additionally, the learning results of students who have taken these modalities have shown positive results compared to traditional laboratories. Despite this, this type of modalities are a complement to training because practical skills are not fully developed.

Keywords— ABI, EVA, mechanical physics, remote laboratories, virtual laboratories

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se ha llevado a cabo una revisión sistemática de artículos publicados en la última década en relación con las metodologías de aprendizaje de la asignatura de física que incorporen laboratorios virtuales, remotos y software para estudiante de ciencias e ingeniería en educación superior, buscando dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué uso se le ha dado a los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la enseñanza de la física?

Con esto en mente se realiza una consulta en las principales bases de datos, tales como: Scopus, Redalyc, Dialnet, Scielo. Los resultados son divididos en tres partes: aportes desde la UNAD, nacionales e internacionales.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Laboratorios virtuales y remotos en la UNAD

Al revisar los trabajos al interior de la UNAD se encontraron seis investigaciones en física mecánica y un trabajo de matemáticas de ecuaciones diferenciales en el que usan los espacios basados en indagación (ILS, de si sigla en inglés) en sus problemas

de aplicación en física mecánica, logrando siete investigaciones en total.

De las siete investigaciones cuatro emplean ILS y se implementan en diferentes cursos como: Física General en el marco del proyecto World Pendulum Alliance (WPA@ELAB) [1] y Ecuaciones Diferenciales [2] en donde se mide el impacto del uso de un espacio virtual de aprendizaje en las ecuaciones homogéneas de segundo orden, para esto se emplea la ganancia de Hake y los vectores de evolución del aprendizaje de Bao [3], se encuentra que la primera es mayor a la reportada en los modelos tradicionales permitiendo que los estudiantes alcancen efectivamente los aprendizajes propuestos. En los vectores de Bao se compara Pre y Pos test, se muestra una evolución de las repuestas de los estudiantes pasando de modelos incorrectos a los aceptados por la literatura, sin embargo, persisten las elecciones del modelo incorrecto o el distractor.

En esta misma dirección se encuentra el trabajo [4]; en donde se muestra el uso de los laboratorios virtuales remotos (LVR) para medir el impacto generado en las instituciones que no cuentan con un servicio de laboratorio, esto es de gran interés por la



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

comunidad puesto que se puede brindar otras alternativas a los estudiantes y así generar un espacio en donde se fomente las habilidades prácticas.

Solo un trabajo [5], utilizó un software en donde se propone el uso de GeoGebra para experimentar la caída libre y así poder modelizar la energía mecánica, se muestra que es una alternativa como laboratorio portátil que proporciona recursos para la simulación permitiendo mostrar las ventajas en la experimentación y modelización en el aula, reduciendo de esta manera las herramientas de laboratorio y permitiendo la simulación y análisis de datos de manera dinámica.

B. Laboratorios virtuales y remotos a nivel nacional

Se hace una revisión de trabajos a nivel nacional encontrando cinco investigaciones relevantes, que presentan una idea de lo trabajado en laboratorios virtuales y remotos en diferentes instituciones educación superior y como estos han aportan al proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en general. En esta se incluye una investigación fuera del campo de la física mecánica para dar un panorama más general, a los que se ha realizado en Colombia en este campo.

En el campo de laboratorios virtuales se presenta [6] donde se muestran laboratorios de colisiones bidimensionales con el objetivo de validar una propuesta de laboratorio destacando la importancia que tiene este tema en la enseñanza de la física

y como se puede implementar una guía de laboratorio que permita adquirir habilidades prácticas.

Adicional a esto en las investigaciones nacionales también encontramos trabajos relacionados con los laboratorios remotos [7], [8], [9]. Los cuales muestran el diseño e implementación de diferentes herramientas pedagógicas que permiten el uso de diferentes laboratorios remotos para la enseñanza de temas de física mecánica, difracción de la luz; en donde se muestran ayudas audiovisuales mostrando como resultado la pertinencia que tienen para el proceso de enseñanza de la física pues permiten un modelo que ha permitido continuidad y calidad durante un periodo con tanta dificultad como la pandemia.

Por último, se encontró una investigación [10] en donde se contempla el uso de hardware y software para la enseñanza del movimiento armónico simple con la plataforma FisicaTIC permitiendo un gran potencial tanto en la enseñanza de la física como en otros campos del conocimiento.

La revisión de los trabajos en el ámbito nacional muestra que se han realizado aproximaciones al uso de laboratorios remotos y/o virtuales para la enseñanza de la física, cada uno aislado el uno del otro, pero no interactuando en ninguna de las investigaciones propuestas.

C. Laboratorios virtuales y remotos a nivel internacional



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

En el ámbito internacional se encontraron varias investigaciones relevantes, considerando el uso e importancia de los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.

Respecto a los laboratorios virtuales se puede resaltar [11], [12], [13]. En donde se muestra la implementación de diferentes laboratorios virtuales en varios escenarios educativos los cuales muestran como resultado la aceptación por parte de los estudiantes como recurso de aprendizaje y valoración de su uso especialmente en momentos de pandemia, considerando grandes beneficios en la educación a distancia, permitiendo obtener calificaciones más altas en cursos de física demostrando así que estas herramientas permiten interacción y resultados positivos en relación con el dominio procedimental, además de complementar las formas de aprendizaje por parte de los docentes en la actualidad.

Adicional se encontraron algunas investigaciones enfocadas en laboratorios virtuales contruidos alrededor de un software que permite su construcción se destacan [14], [15], [16]. En donde se muestra el uso de diferentes plataformas como geogebra, Matlab, Moodle e interactive Physics para abordar diferentes conceptos de la física destacando la importancia que tiene el integrar tecnologías digitales como materiales didácticos que permitan resolución de problemas e indagación científica que generen aprendizajes significativos en los estudiantes de ingeniería.

También se encuentran algunas investigaciones en donde se trabajan con laboratorios virtuales y remotos en donde se pueden mencionar [17], [18], [19]. En donde se presenta una revisión de literatura referente al uso de este tipo de laboratorios en la enseñanza de la física, el cual fue un referente importante para la presente búsqueda. Igualmente se muestra el desarrollo de laboratorios virtuales y remotos usando plataformas de software y Hardware, considerando lo importante que son para asimilar conceptos teóricos, lo cual permita resolver problemas que pueden surgir cuando se desarrolla una práctica experimental y por último la implementación de diversos laboratorios virtuales y remotos considerando cuestionarios que dan cuenta del aprendizaje que los estudiantes han adquirido dando un concepto positivo frente a su uso por la capacidad de operar además que permite la repetición las veces que sean necesarias para comprender la temática.

III. CONCLUSIONES

El uso de los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la física se ha vuelto más frecuente que antes, lo cual permite la interacción del estudiante con el componente practico siendo más directa y en cualquier momento, además permite que los estudiantes construyan un aprendizaje significativo, además se incorporan tecnologías actuales las cuales están en vanguardia.

REFERENCIAS



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

- [1] Torres-Payoma, F., Herrera, D., Tique, DL., Barrera, D., y Penalba, F. (2022). Construcción e implementación de un espacio de aprendizaje de investigación Go-Lab para la enseñanza de la conservación de energía en programas de ingeniería y tecnología en el curso de física general [Sesión de conferencia]. 2022 8th International Engineering , Congreso de Ciencias y Tecnología (IESTEC). Panamá, Panamá. <https://doi.org/10.1109/IESTEC54539.2022.00060>
- [2] Torres-Payoma, F., Barrera, D., & Neira, L. (2022). *Graasp Ecuaciones Diferenciales*. Obtenido de GO-LAB: <https://www.golabz.eu/ils/grasp-ecuaciones-diferenciales>
- [3] Barrera Buitrago, D., Lugo López, N. D., Torres Payoma, F. A. T., Herrera Muñoz, D. C., & Neira Quintero, L. D. (2022). Learning of second order of differential equations through the study of the movement of simple within the framework international World Pendulum Alliance WP@ elab [Sesión de conferencia]. 2022 8th International Engineering , Congreso de Ciencias y Tecnología (IESTEC). Panamá, Panamá. <https://doi.org/10.1109/IESTEC54539.2022.00059>
- [4] Benitez Rodriguez , E. D., & Diaz Raga, H. H. (2020). Diseño e implementación de un laboratorio virtual remoto como estrategia de la enseñanza de la física general en el servicio del componente practico de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. *Publicaciones E Investigación*, 14(3). <https://doi.org/10.22490/25394088.4492>
- [5] Araque, F. Y. V. (2020). GeoGebra como herramienta mediadora de un fenómeno físico. *Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo*, 9(1), 76-89. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i1p76-89>
- [6] Leite, Marcos & Maidana, Nora & Fonseca, Monaliza & Vanin, Vito. (2015). Innovaciones del Laboratorio Virtual: el experimento de colisiones bidimensionales. *Revista de enseñanza de la física*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5492501>
- [7] Henao, Carlos A., Calvo, Andrés F., & Gallego, Hugo A. (2023). Diseño y construcción de instrumentos remotos para la enseñanza experimental a distancia: una metodología. *Información tecnológica*, 34(2), 159-174. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8907753>
- [8] Molina, D; Calvo, C; & Pamplona, L. (2017). Desarrollo de un módulo experimental de difracción de la luz para un laboratorio de física controlado de forma remota. *Prospectiva*, 15(1), 100-111. <https://doi.org/10.15665/rp.v15i1.744>
- [9] Martínez, H., Miranda, D., Núñez de Villavicencio, L., Paredes, H., Plata, A., Beltrán, C., Ospina, R., Valdivieso, R. & Arenas, H. (2022). Modelo de presencialidad remota para Física I, II y III. *Revista Docencia Universitaria* 23(1), 3-4. <https://doi.org/10.18273/revdu.vesp1-2022002>



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

- [10] Chaparro-Mesa, J. E., Lombana, N. B., & León-Socha, F. A. (2019). FisicaTIC, plataforma Hardware-Software para Aplicaciones en Física e Ingeniería. *Scientia Et Technica*, 24(3), 354-365.
<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/21081/14381>
- [11] Donoso, C; Paredes, M; Gallardo L, Samaniego A. (2021) El laboratorio virtual en el aprendizaje procedimental de la asignatura de Física. *Revista científico-profesional*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8016974>
- [12] Navarro, Eduardo, & Arguedas-Matarrita, Carlos. (2020). El trabajo experimental en la enseñanza de la Física en tiempos de pandemia mediante el uso de la aplicación II Ley de Newton en la UNED de Costa Rica. *Revista Innovaciones Educativas*, 22(Suppl. 1), 103-114.
<https://dx.doi.org/10.22458/ie.v22iespecial.3204>
- [13] Gonzalez R. (2021) Desafíos de la educación virtual en tiempos de pandemia laboratorios utilizando las TIC. *Latin-American Journal of Physics Education*, ISSN-e 1870-9095, Vol. 15, Nº. 2, 2021.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8127997>
- [14] Manzaneda Peña, M. A., & Valero Ancco, V. N. (2022). Matlab en el aprendizaje de la cinemática en estudiantes de Ingeniería Civil. *Horizonte de la Ciencia*, 12(22), 132-142.
<https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.18.403>
- [15] Taipe, C; Yancachajlla, U; Flores, H (2020) Aprendizaje de la dinámica de una partícula a través del software interactive Physics en estudiantes de ingeniería. *Revista Innova Educación*, ISSN-e 2664-1488, ISSN 2664-1496, Vol. 2, Nº. 2, 2020, págs. 330-346.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8054620>
- [16] Rodriguez, Yusley Llorente, González, Juan José Llovera, & Toledo, Rolando Serra. (2022). Propuesta didáctica para el montaje y gestión de prácticas de laboratorio de física en modalidad e-learning empleando la plataforma Moodle. *Referencia Pedagógica*, 10(1), 117-128.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-30422022000100117&lng=es&tlng=es
- [17] Arguedas Matarrita, Carlos & Concari, Sonia & Marchisio, Susana. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Física en Latinoamérica. <https://www.researchgate.net/publication/317209671> Una revision sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Fisica en Latinoamerica
- [18] Ipanaque, W; Belupu, U; Valdiviezo, J; Vasquez, G (2014) Laboratorios virtuales y remotos para la experimentación.
<https://amca.mx/memorias/amca2014/articulos/0214.pdf>
- [19] Serrano, G; Martinez, C; Clavijo S (2022) Laboratorios remotos y virtuales: recursos para la educación en

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

física. [Vol. 3 Núm. 1 \(2022\): Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas \(RevICAp\)](#)





4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PEDAGÓGICA STEM MEDIANTE EL USO DE LA DRONÓTICA PARA PROMOVER COMPETENCIAS DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LOS ESTUDIANTES DE SEXTO A NOVENO GRADO DEL COLEGIO EBENEZER

IMPLEMENT A STEM DIDACTIC AND PEDAGOGICAL PROPOSAL THROUGH THE USE OF DRONES TO PROMOTE COMPUTATIONAL THINKING COMPETENCIES IN STUDENTS FROM SIXTH TO NINTH GRADE OF EBENEZER SCHOOL

Guarín Romero, Henry^{1*}, Castellon Contreras, Einer Alfonso², Flórez Martínez, Alexander³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Calle 24 # 2-172 Urbanización García Herreros, Cúcuta, Colombia

² universidad Nacional Abierta y a Distancia, Calle 24 # 2-172 Urbanización García Herreros, Cúcuta, Colombia

³ universidad Nacional Abierta y a Distancia, Calle 24 # 2-172 Urbanización García Herreros, Cúcuta, Colombia

[*hguarinr@unadvirtual.edu.co](mailto:hguarinr@unadvirtual.edu.co), eacastrellonc@unadvirtual.edu.co

Resumen - Analizando el modelo de educación del Colegio Ebenezer, encontramos una oportunidad de implementar una nueva estrategia pedagógica, que permita la integración efectiva de las TIC en la educación, entonces ¿Cómo incluir las TIC en la educación de forma didáctica para promover competencias del pensamiento computacional, mediante el uso de la dronotica? El proyecto se enfoca en fortalecer la educación de los estudiantes de sexto a noveno grado y los conceptos orientados a la programación por medio de estrategias innovadoras con el uso de la dronotica, fomentando así el uso del pensamiento computacional y las competencias STEM, Asimismo implementar una propuesta didáctica y pedagógica STEM mediante el uso de la Dronotica para promover competencias del pensamiento computacional en los estudiantes de sexto a noveno grado del Colegio Ebenezer. Por ello el ciclo del proyecto se realizó un análisis de los requisitos de la herramienta STEM-Dronotica, seguido el diseño de la propuesta pedagógica, de esta forma poder hacer su



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

implementación en los grados seleccionados, y la evaluación de las competencias STEM a través de retos de dronotica. La metodología adoptada es cualitativa y aplicada, con un enfoque experimental basado en talleres. Se utiliza el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) con énfasis STEM. Lo cual generó como resultados la capacitación de ciento doce estudiantes del Colegio Ebenezer, creación de material didáctico sobre dronotica, exposición sobre enjambres de drones programados por estudiantes. Para concluir los drones son herramientas para la educación del siglo XXI e innovación de estrategias de aprendizaje en ciencias y tecnología.

Palabras clave— Dronotica, Drones Tello, Pensamiento computacional, Pedagogía, STEM.

Abstract - Analyzing the education model of the Ebenezer School, we found an opportunity to implement a new pedagogical strategy, which allows the effective integration of ICT in education, so how to include ICT in education in a didactic way to promote computational thinking skills, using drones? The project focuses on strengthening the education of students from sixth to ninth grade and concepts oriented to programming through innovative strategies with the use of dronotics, thus encouraging the use of computational thinking and STEM skills, also implement a didactic and pedagogical STEM proposal using Dronotic to promote computational thinking competencies in students from sixth to ninth grade of the College Ebenezer. For this reason, the project cycle conducted an analysis of the requirements of the STEM-Dronotic tool, followed by the design of the pedagogical proposal, in this way to be able to make its implementation in the selected degrees, and the evaluation of STEM competences through drone challenges. The method adopted is qualitative and applied, with an experimental approach based on workshops. Project-Based Learning (PBL) with an emphasis on STEM is used. Which generated as results the training of one hundred and twelve students at the Ebenezer School, creation of didactic material on drones, exhibition on swarms of drones programmed by students. To conclude, drones are tools for the education of the XXI century and innovation of learning strategies in science and technology.

Keywords— Dronotics, Tello Drones, Computational Thinking, Pedagogy, STEM.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El Dron DJI Tello es un pequeño dron para niños y adultos con un control de aplicación intuitivo fabricado con tecnología DJI que garantiza vuelos estables, y una parte clave de Tello es que se puede programar con Scratch donde niños y adolescentes aprenden programación básica, y para usuarios

avanzados, también puede usar Tello SDK. [1]

Inicialmente, la sigla STEM hace referencia al conjunto de disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Science, Technology, Engineering y Mathematics). La educación STEM paso de ser un movimiento de reforma liderado por políticos y empresarios con foco en la



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

productividad y competitividad nacionales a un movimiento educativo orientado a mejorar los aprendizajes de los estudiantes, tanto en conocimiento como en habilidades. [2]

La definición formal de pensamiento computacional o Computational Thinking fue introducida por vez primera dentro de la comunidad científica en computación, por Wing (2006), quien define el término como una forma de pensar que no se restringe en exclusiva hacia programadores de sistemas ni científicos en computación, sino como un grupo de habilidades útiles para todas las personas [3]

La palabra 'dronotica' no está recogida por la Real Academia de la Lengua Española, pero cada vez es más común escucharla entre las paredes del aula. Bajo ese nombre se esconde una tendencia educativa innovadora muy similar a la robótica y a la programación, pero que sitúa como protagonista a los drones: tienen en común su forma de montaje, algunos de sus usos y que su funcionamiento puede automatizarse. Como diferencia, los drones, ¡vuelan! [4]

Scratch es un proyecto de Scratch Foundation, en colaboración con el Lifelong Kindergarten Group del MIT Media Lab. El cual está traducido en más de 40 idiomas y promueve el pensamiento computacional y las habilidades en resolución de problemas; enseñanza y aprendizaje creativos, auto expresión y colaboración; e igualdad en informática. [5].

El plan de estudios de educación de drones de DroneBlocks crea oportunidades para que los estudiantes de todas las edades aprendan Blockly, Python, Open-CV, Node.js y JavaScript mediante la codificación de misiones autónomas en el aula utilizando el dron Tello. DroneBlocks ofrece un conjunto de software que permite a los educadores enseñar a los estudiantes sobre informática con drones Tello. [6].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta investigación realizamos la capacitación de ciento doce estudiantes de los grados 6° a 9° sobre el uso responsable de los drones e introducción a la dronótica con el simulador v2.0 de la plataforma DroneBlocks usando programación por bloques(blocky) debido a su facilidad de aprendizaje y permitiendo ver en tiempo real el resultado de sus programas.

En las lecciones 1 y 2 del taller se realiza el reconocimiento del simulador y entorno de desarrollo, se entrena basados en problemas reales. El cómo solucionarlos con el uso de la tecnología dron, el trabajo se centra en aprender los conceptos básicos sobre variables, ciclos, lógica del algoritmo para realizar un consumo más eficiente de la energía usada por el dron y tiempo en desarrollar las actividades, luego de este entrenamiento, se pone a prueba los conceptos aprendidos con retos de dronótica para realizar figuras geométricas, donde se espera que el estudiante pueda desarrollar programas para que el dron autónomamente realice un recorrido de triángulo, cuadrado, rombo, entre



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

otros, usando las habilidades del pensamiento computacional como la descomposición del problema, el reconocimiento de patrones en la ruta que debe seguir, la abstracción de la información necesaria y finalmente la creación del algoritmo necesario para ejecutar lados y ángulos de la figura seleccionada. También, se creó el material didáctico para la realización de los talleres de fundamentos de programación y algoritmos por medio de la dronótica. Se espera al terminar esta investigación, realizar una exposición STEM sobre enjambres de drones programados por los estudiantes en lenguaje blocky y una ponencia en el II encuentro de emprendimiento de sistemas SENA en articulación con la media técnica.

Tabla 1. Cronograma de actividades

No.	Descripción de la actividad	Producto parcial	Fecha inicio y cierre
Etapas	Objetivo Específico 1: <i>Analizar los requerimientos de la herramienta didáctica STEM-Dronotica.</i>		
1	Preparar los drones DJI Tello EDU	Calibración de drones.	25/08/23 25/08/23
2	Seleccionar el espacio de trabajo	Adecuar sala de informática.	25/08/23 25/08/23
3	Elegir el medio a usar para	Propuesta de	29/08/23

	la herramienta didáctica	Google Sites.	30/08/23
Etapas	Objetivo Específico 2: <i>Diseñar la propuesta didáctica y pedagógica STEM con drones DJI Tello.</i>		
4	Creación del material pedagógico de las lecciones 1 y 2 dronotica.	Diapositivas para los talleres.	01/09/23 05/09/23
5	Capacitación previa a los coinvestigadores	Uso del simulador DroneBlocks.	06/09/23 08/09/23
6	Configuración de tabletas a usar en la etapa práctica	Programas instalados para programación Tello Edu	06/09/23 08/09/23
Etapas	Objetivo Específico 3: <i>Implementar la estrategia pedagógica en estudiantes de sexto a noveno grado del Colegio Ebenezer.</i>		
7	Lección 1 y 2 Taller introducción a la dronótica 6º.	Desarrollo de lecciones con simulador.	15/09/23 15/09/23
8	Lección 1 y 2 Taller introducción a la dronótica 7º.		22/09/23 22/09/23



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

9	Lección 1 y 2 Taller introducción a la dronótica 8º.		29/09/23 29/09/23
10	Lección 1 y 2 Taller introducción a la dronótica 9º.		06/10/23 06/10/23
Etap 4	Objetivo Específico 4: <i>Evaluar el fortalecimiento de las competencias del pensamiento computacional mediante retos de Dronotica.</i>		
11	Ejercicio práctico de pilotaje manual y programado sexto grado.	Retos dronotica	13/10/23 13/10/23
12	Ejercicio práctico de pilotaje manual y programado séptimo grado.		20/10/23 20/10/23
13	Ejercicio práctico de pilotaje manual y programado octavo grado.		27/10/23 27/10/23
14	Ejercicio práctico de pilotaje manual y programado		03/11/23 03/11/23

	o noveno grado.		
15	Enjambres programados por los grados 6º a 9º	Selección mejor enjambre por grado	07/11/23 08/11/23
16	Presentación STEM-Dronótica a padres de familia	Exposición de Enjambres seleccionados	24/11/23 24/11/23
17	Entrega de certificados de taller práctico dronotica	Certificados a estudiantes asistentes a los talleres.	24/11/23 24/11/23

Según Sergio Rojo "Consideremos la dronotica como una rama más dentro de la robótica, si bien la proliferación de drones está siendo protagonista en la Sociedad de Información (SI) de hoy en día por la cantidad de nuevos usos que estos son capaces de realizar. De hecho, si consideramos la dronotica como un entorno en sí con características específicas dentro de la robótica, estas podrían ser:

El dron introduce un elemento de mayor motivación como robot que despegue y vuela.

Las aplicaciones del uso de drones en distintos ámbitos de las ciencias (geografía, matemáticas, agricultura, etc.) abarca una mayor transversalidad de campos. No se trata de que todos acaben siendo ingenieros o ingenieras de robots".

Encontramos en esta estrategia pedagógica respuesta de parte de los



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

estudiantes similar a las que describe Sergio Rojo, el incentivo de utilizar los drones en estos espacios de aprendizaje permite aumentar la atención y mejorar las competencias STEM y habilidades viso-manuales y de georreferencia en distintas condiciones, poniendo a prueba el pensamiento computacional.

El beneficio de utilizar la metodología de aprendizaje STEM ha proporcionado resultados positivos usando la dronotica como lo menciona M. O. González-Fernández, Y. A. González-Flores, y C. Muñoz-López en su artículo *Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM*. La dronotica siendo una rama de la robótica tiene los mismos resultados, comprobados tanto en el aprendizaje teórico como en el práctico en la serie de talleres introductorios de conceptos de programación y algoritmos usando drones realizados por los estudiantes seleccionados [7].

III. CONCLUSIONES

Los drones DJI Tello se pueden programar por medio de lenguajes Blockly, Python e incluso JavaScript. También encontramos que en Colombia hay una escasa oferta de programas STEM usando drones y es posible integrar las TIC en la educación por medio de drones en áreas como las matemáticas, física, geografía, Coreografías, producción multimedia, etc.

Estos vehículos aéreos no tripulados son un poderoso agente de incentivo y de puesta a prueba los conocimientos adquiridos por los estudiantes.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a la señorita Rectora Elizabeth Márquez Prada, al Semillero de Investigación Seed Solution in Engineering y a nuestras familias.

La señorita Rectora, su apoyo invaluable y su visión inspiradora han sido esenciales para este trabajo. El Semillero de Investigación aportó ideas valiosas. Y nuestras familias nos brindaron apoyo constante. Su contribución ha sido fundamental en nuestro proyecto de investigación.

REFERENCIAS

- [«Ryze Tech. (n.d.). Feel the fun. 1 Tello. Recuperado Abril 25, 2023, de] <https://www.ryzerobotics.com/tello>, » [En línea].
- [«Corporación de Fomento de la 2 Producción (CORFO). (2017).] Preparando a Chile Para la Sociedad del Conocimiento: Hacia una Coalición que Impulse la Educación STEAM,» [En línea].
- [«M. Z. Ros, «Pensamiento 3 computacional: Una nueva alfabetización digital Computational Thinking: A New Digital Literacy», Universidad de Murcia. España, ene. 2015, [En línea]. Disponible en: [https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/47039/1/Pensamiento%](https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/47039/1/Pensamiento%20) 2,» [En línea].



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



[«Educación 3.0, (2017, noviembre 4 7). Los drones sobrevuelan Las
] Aulas. EDUCACIÓN 3.0. Recuperado
abril 26, 2023, de
[https://www.educaciontrespuntocer
o.com/noticias/drones-aulas/](https://www.educaciontrespuntocer
o.com/noticias/drones-aulas/),» [En
línea].

[«Scratch, F. (2019, enero 2). About.
5 Scratch. Recuperado abril 26, 2023,
] de <https://scratch.mit.edu/about>,»
[En línea].

[«Droneblocks app & curriculum
6 - learn to code with drones!
] DroneBlocks. (n.d.). Recuperado

abril 25, 2023, de
<https://droneblocks.io/>,» [En línea].

[«M. O. González-Fernández, Y. A.
7 González-Flores, y C. Muñoz-López,
] «Panorama de la robótica educativa
a favor del aprendizaje STEAM»,
Revista Eureka sobre Enseñanza y
Divulgación de las Ciencias, vol. 18,
n.o 2, pp. 1-19, ene. 2021,» [En
línea]. Available: doi:
10.25267/rev_eureka_ensen_divulg
_cienc.2021.v18.i2.2301.



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DIGITAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA PARA ESTUDIANTES DE PRIMER SEMESTRE DE INGENIERÍA

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DIGITAL TOOL FOR TEACHING MATHEMATICS FOR STUDENTS IN THE FIRST SEMESTER OF ENGINEERING

Vega, Lyda^{1*}, Tique, Diana², Zarate, Juan³, Plazas, Jonny⁴

¹Universidad Nacional Abierta y a distancia, Zipaquirá, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a distancia, Zipaquirá, Colombia

³Universidad Nacional Abierta y a distancia, Zipaquirá, Colombia

⁴Universidad Nacional Abierta y a distancia, Zipaquirá, Colombia

*lyda.vega@unad.edu.co

Resumen - En ocasiones el proceso de enseñanza y aprendizaje de diferentes disciplinas de ciencias básicas, especialmente las matemáticas pueden resultar complicadas debido al desinterés de los estudiantes; esto puede generarse debido a la monotonía de la formación tradicional, la cual no brinda la oportunidad al estudiante de construir su propio aprendizaje. Además, la predisposición de los estudiantes a la matemática como una materia difícil que requiere una base de conocimientos previos, junto con la importancia de la parte disciplinar por parte de los docentes, dejando de lado la pedagogía. Estos elementos han permitido la formulación de diversas propuestas para mejorar la enseñanza de las ciencias básicas, en especial las matemáticas; destacando en sí la teoría de Pirie Kirie que tiene la intención de superar procesos arbitrarios y repetitivos a través de actividades que promuevan el aprendizaje significativo y escalado, con el objetivo de reducir la deserción de los estudiantes de primer semestre de ingeniería. Por lo tanto, es necesario considerar la adaptación, formulación y empleo de diversas metodologías en los cursos iniciales de matemáticas en ingeniería. Estas metodologías deberían fomentar la reflexión y el análisis, contribuyendo así a una comprensión profunda del entorno. Esto permitirá a los estudiantes construir bases sólidas para afrontar exitosamente los desafíos de los cursos de matemáticas en su primer semestre. Este proyecto tiene como objetivo incorporar la teoría de Pirie Kiere en el proceso de enseñanza de los cursos de matemáticas de primer semestre de ingeniería en la UNAD en el CCAV Zipaquirá, mediante el uso de una herramienta digital, que permitan abordar fundamentos de las matemáticas de una forma más cautivadora, vinculándolos directamente con



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

situaciones cotidianas y la realidad del mundo, para responder a la pregunta ¿Como el diseño de una herramienta digital permite el fortalecimiento de las competencias matemáticas en los estudiantes de primer semestre de ingeniería en el CCAV-Zipacquirá?

Palabras clave— tics, herramientas digitales, pedagogía, enseñanza, matemáticas

Abstract- Sometimes the teaching and learning process of different disciplines of knowledge, basic sciences such as mathematics becomes complex, due to its continuous disinterest in learning for students, could be that his learning education process has become monotonous, Therefore, the predisposition of students to mathematics as a difficult subject that requires a base of prior knowledge, along with the importance of the disciplinary part on the part of teachers, leaving aside pedagogy. These elements allowed to build different proposals to increase the teaching for basic sciences, specifically mathematics where Pirie Kirien's theory can be highlighted, which intends to develop activities that overcome arbitrary and repetitive processes, allowing an escalate and significant learning which allows to decrease the desertion of the students of first semester of engineering. Therefore, it is necessary to consider the adaptation, formulation and use of various methodologies in the initial courses of mathematics in engineering. These methodologies should encourage reflection and analysis, thus contributing to a Deep understanding of the environment. This Will allow students to build a solid foundation to successfully meet the challenges of math courses in their first semester. This project aims to incorporate the Pirie Kieren theory into the teaching process of first-semester engineering mathematics courses at UNAD in CCAV Zipacquirá. This will be achieved through the use of a digital tool, enabling a more engaging approach to foundational mathematical concepts by directly connecting them to everyday situations and the real world. The project seeks to address the question: How does the design of a digital tool contribute to the enhancement of mathematical competencies in first-semester engineering students at CCAV-Zipacquirá?

Keywords— tics, digital tools, pedagogy, teaching, mathematics

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollará una herramienta digital orientada a estudiantes del primer semestre en la UNAD, específicamente en el CCAV Zipacquirá. Esta herramienta, basada en software libre, tiene como objetivo fortalecer las habilidades matemáticas y facilitar la comprensión de conceptos fundamentales en este campo del conocimiento. La propuesta de

desarrollo consta de tres etapas, las cuales se detallan a continuación:

Etapla inicial: en esta etapa se indagarán los conocimientos previos de los participantes, mediante un cuestionario diagnóstico denominado Pretest, el cual permitirá conocer las percepciones sobre los temas a abordar en primer semestre de ingeniería. Esta evaluación se llevará a cabo en la primera sesión. El propósito es la



identificación de los conocimientos previos de los estudiantes, pues se plantean preguntas que acercan al estudiante a la realidad considerando los conceptos matemáticos inmersos en el entorno y diversas aplicaciones.

Etapas intermedias: Se enfoca en la organización e implementación de la herramienta digital, considerando las competencias y objetivos específicos de cada tema en el área de matemáticas para el primer semestre de ingeniería. Es importante resaltar que cada tema es un pre-requisito para la comprensión de los siguientes estableciendo un hilo conductor dentro de la herramienta; Se llevarán a cabo actividades relacionadas con la teoría establecida de Pirie Kiere las cuales están diseñadas en niveles de comprensión que facilitarán la comparación de los estudiantes y sus conocimientos previos, proporcionando una progresión en la construcción de los conceptos apropiados.

Etapas finales: En esta se realiza la métrica de los avances de los estudiantes a través de instrumentos evaluativos, las cuales evidencien la conceptualización de los temas en matemáticas y sus aplicaciones en entornos aplicados, en esta fase de cierre se emplearán preguntas similares en la etapa inicial con el propósito de visibilizar los conocimientos adquiridos por los estudiantes tras la implementación; este instrumento se denominará Post-test.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizará una encuesta de caracterización a estudiantes de primer semestre que han desarrollado cursos de matemática. Al final de esta encuesta se les solicita a los estudiantes que, de una forma breve, se exponga cuáles son los temas que más se dificultan y cuáles son los procesos didácticos que aconsejaría para estos cursos y estas fueron unas de las respuestas obtenidas:

"Es importante dar un curso de nivelación pues hace mucho tiempo se vieron esos temas"

"Muchas personas, llevan años sin estudiar y volver a retomar estudios es un golpe al encontrarse con una evaluación inicial de conocimientos previos".

"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, que permitan comprender los temas que se muestran en el curso"

"Un poco más de didáctica al momento de explicar los problemas presentados, a veces las explicaciones no son muy concretas y quedan dudas"

A través del uso del cuestionario inicial denominado Pretest, se explorarán las concepciones previas de los estudiantes sobre los temas que se abordarán en el curso de matemáticas del primer semestre de ingeniería. Este cuestionario se centra en situaciones de la vida real y cotidiana, con el objetivo de mejorar los niveles de aprobación y la comprensión de los estudiantes en diversas áreas de la matemática inicial.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



La implementación de la herramienta digital se desarrollada siguiendo la metodología de la teoría de Pirie Kieren, se espera que contribuya a la mejora del curso de matemáticas del primer semestre para los estudiantes de la UNAD.

A través del cuestionario denominado Pos-test, se evaluarán los conocimientos adquiridos por los estudiantes durante el uso de la herramienta digital, permitiendo contrastarlos con las ideas iniciales expresadas en el cuestionario inicial. Esto tiene como objetivo mejorar los niveles de aprobación.

En la Tabla 1 se presenta un ejemplo de la posible estructura de la herramienta digital diseñada para fortalecer las habilidades matemáticas de los estudiantes de primer semestre de ingeniería en el CCAV Zipaquirá.

Tabla 1. Estructura de la herramienta digital

CONCEPTO	TEMAS POR TRATAR
----------	------------------

Algebra Desarrollar las habilidades fundamentales en la manipulación de expresiones algebraicas, resolución de ecuaciones y manejo de términos algebraicos	- Números y operaciones básicas - Algebra de expresiones - Ecuaciones lineales - Sistemas de ecuaciones lineales - Factorización
Trigonometría Introducir a los estudiantes en los conceptos fundamentales de la trigonometría	- Ángulos y triángulos - Funciones trigonométricas - Resolución de triángulos - Identidades trigonométricas básicas - Gráficos trigonométricos
Geometría Fomentar el desarrollo de habilidades de visualización espacial y mental, lo que es esencial para comprender las relaciones geométricas.	- Sistemas de coordenadas - Distancia y pendiente - Ecuaciones de líneas - Intersecciones y paralelismo - Introducción a las cónicas - Ecuaciones paramétricas - Vectores en el plano - Sistema de ecuaciones lineales y matrices

La idea de la herramienta digital es que cada uno de los temas se encuentre en una pestaña con sus diferentes actividades asociadas de tal manera que cuando se supere este nivel se



active el siguiente; sin embargo, el estudiante podrá devolverse para afianzar algunas inquietudes que tenga.

III. CONCLUSIONES

- La implementación de nuevas metodologías propuestas para la enseñanza de las matemáticas en el primer semestre de la UNAD tiene el potencial de reducir los índices de deserción y mejorar significativamente las calificaciones, promoviendo un rendimiento académico más sólido.
- La adopción de la teoría de Pirie Kieren en la enseñanza de las matemáticas puede provocar un cambio de perspectiva por parte del docente, influyendo positivamente en su enfoque pedagógico y comprensión de los conceptos impartidos.
- El desarrollo de un software dedicado a la enseñanza de las matemáticas representa una oportunidad valiosa para acercarse a todos los estudiantes del primer semestre, fortaleciendo de manera integral esta área del conocimiento.
-

REFERENCIAS

[1] Jiménez, Wamba, Maiztegui et al. (2003). Rechazo de los docentes por propuestas innovadoras

[2] 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.

[3] Arias, J., & Becerra, M. (2015). *La comprensión del concepto de límite de una función en un punto en el marco de la teoría de Pirie y Kieren.* Antioquia: Universidad de Antioquia

[4] Londoño, R. (2011). *La relación inversa entre cuadraturas y tangentes, en el marco de la teoría de Pirie y Kieren.* Tesis Doctoral, Universidad de Antioquia. Antioquia: Universidad

[5] Meel, D.E; (2003). *Modelos y teorías de la comprensión matemática: comparación de los modelos de Pirie y Kieren sobre el crecimiento de la comprensión matemática y la teoría APOE,* Revista latinoamericana de investigación en matemática.

[6] Molinero Bárcenas, María del Carmen, & Chávez Morales, Ubaldo. (2019). *Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior.* RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 10(19), e005.

[7] Ilhan, G. O., & Oruc, S. (2016). *Effect of the Use of Multimedia on Students' Performance: A Case Study of Social Studies Class.* Educational Research and Reviews, 11(8), 877-882.

[8] Ramírez Calderón, Y. E., & Tique Escobar, D. L.. (2021). *El aprendizaje activo como proceso de enseñanza-aprendizaje en el curso de física general de la UNAD.* Publicaciones E Investigación.

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

<https://doi.org/10.22490/25394088.5592>





LABORATORIOS VIRTUALES COMO APOORTE A LA FORMACIÓN ACADÉMICA EN INGENIERÍA

VIRTUAL LABORATORIES AS A CONTRIBUTION TO ACADEMIC TRAINING IN ENGINEERING

Rodríguez, Nestor^{1*}, Nieto, Iván², Mora, July³, Santamaría, José⁴, Chanto, Esteban⁵
^{1, 2 y 3}Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Calle 14 Sur # 14 - 23,
Bogotá, Colombia

^{4 y 5} Universidad Estatal a Distancia - UNED, De la rotonda la Betania 500 m este,
carretera a Sabanilla, Mercedes de Montes de Oca, San José, Costa Rica

*nestor.rodriguez@unad.edu.co

Resumen - Los laboratorios virtuales han emergido como componentes esenciales en la educación e investigación en ingeniería, desempeñando un papel crucial en la formación académica de estudiantes en diferentes áreas del conocimiento. Estos entornos digitales replican de manera realista experimentos y procesos, ofreciendo una oportunidad a los estudiantes para adquirir conocimientos y reforzar habilidades para el desarrollo de prácticas presenciales en las cuales ponen a prueba los conocimientos adquiridos en un curso académico. Los laboratorios virtuales acercan a los usuarios a la exploración de conceptos y prototipos, en un ambiente seguro que les permite formar habilidades a partir de la práctica, facilitando la comprensión de las temáticas de cursos específicos a través de la simulación y análisis de prácticas que luego podrán replicar físicamente en el laboratorio presencial. La flexibilidad de los laboratorios virtuales se traduce en una formación adaptable y personalizada, permitiendo a los estudiantes aprender a su propio ritmo, brindando oportunidades de aprendizaje a personas en diversas ubicaciones y niveles socioeconómicos que luego pueden llegar a escenarios físicos para replicar los conocimientos adquiridos con confianza a través de la apropiación previa del conocimiento.

Palabras clave— Apropiación de conocimiento en ingeniería, Experiencia de usuario, Laboratorios virtuales.

Abstract - Virtual laboratories have emerged as essential components in engineering education and research, playing a crucial role in the academic training of students in different areas of knowledge. These digital environments realistically replicate experiments and processes, offering an opportunity for students to acquire knowledge and reinforce skills for the development of face-to-face practices in which they test the knowledge acquired in an academic course. Virtual laboratories bring users closer to the exploration of concepts and prototypes, in a safe environment that



allows them to build skills from practice, facilitating the understanding of specific course topics through simulation and analysis of practices that are later they will be able to replicate basically in the face-to-face laboratory. The flexibility of virtual labs translates into adaptable and personalized training, allowing students to learn at their own pace, providing learning opportunities for people from various locations and socioeconomic levels who can then reach physical settings to replicate the knowledge gained with trust through prior appropriation of knowledge.

Keywords— Appropriation of knowledge in engineering, User experience, Virtual laboratories.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En el desarrollo individual y social la educación desempeña un papel fundamental, transformando pensamientos, fomentando el progreso y generando oportunidades para adquirir valores, habilidades y conocimientos que contribuyan al desarrollo de la sociedad [1], [2].

Desde el contexto anterior la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y la Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNAD y UNED respectivamente, se caracterizan por ofrecer programas de alta calidad mediante la educación virtual y a distancia para hacer posible el aprendizaje en cualquier momento y lugar. Estas instituciones ofrecen programas de educación superior, permitiendo a personas que enfrentan limitaciones geográficas, laborales o económicas puedan acceder a oportunidades de formación con calidad.

La UNAD, en Colombia, ha extendido la educación superior al ofrecer programas académicos en línea, rompiendo barreras y brindando

flexibilidad a los estudiantes. Por su parte, la UNED en Costa Rica, ha llevado la educación a distancia ofrece una amplia gama de cursos y grados a través de medios virtuales, permitiendo a estudiantes conciliar estudios con otras responsabilidades.

Parte de la responsabilidad de estas instituciones es buscar y construir herramientas para el aprendizaje en los estudiantes, esta investigación se busca apoyar la apropiación de conceptos y desarrollo de habilidades en estudiantes vinculados al área de ingeniería en especial para Electrónica, Telecomunicaciones y Redes, a partir del diseño de un laboratorio virtual (ver Figura 1) que permita el acercamiento inicial de los estudiantes a un entorno de aprendizaje sobre circuitos básicos y reconocimiento de algunos elementos de laboratorio en escenarios simulados. Esto se logra utilizando Unreal Engine para que el usuario experimente un proceso de aprendizaje innovador a través de una interfaz interactiva y amigable. Este escenario se creó partiendo de las instalaciones físicas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, y su Laboratorio Multipropósito 107 en el cual se llevan

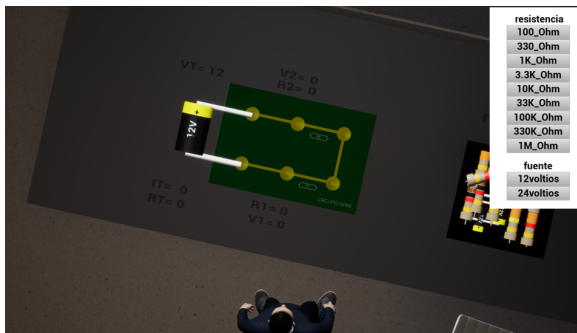
4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



a cabo las prácticas del curso: Análisis de circuitos.

integrando el análisis y simulación de circuitos digitales.

Figura 1. Entorno del laboratorio



Esta experiencia permite al estudiante manipular elementos propios del laboratorio como protoboard, resistencias, fuentes, multímetros, Unidad de Lógico Aritmética – ALU, entre otros y obtener una realimentación sobre posibles inconvenientes en el desarrollo de la práctica, así como sus soluciones, proporcionando las bases para la implementación de los conceptos adquiridos en el laboratorio presencial [3].

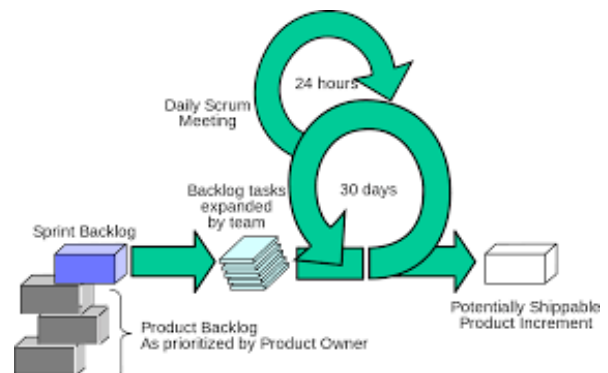
El desarrollo de esta investigación ha tenido una evolución a través del tiempo:

- Fase 1. Se trabajó en el diseño de un laboratorio virtual a través del modelamiento geométrico en 3D para la práctica de análisis de circuitos.
- Fase 2. Se incluyó en el laboratorio virtual prácticas de instrumentación.
- Fase 2.5. Se diseñó para el laboratorio virtual en 3D una Unidad Aritmético Lógica (ALU),

Cada proyecto contribuye con la apropiación del conocimiento sobre análisis de circuitos, y continuando con este desarrollo se propondrá la Fase 3, denominada: Diseño de un banco de pruebas para el laboratorio virtual por medio del modelamiento geométrico para el análisis de circuitos, instrumentación y compuertas lógicas.

En estos proyectos de investigación se implementó la metodología SCRUM (ver Figura 2), a través de la cual se implementan las etapas a través de tres iteraciones, que permite verificar los requerimientos e implementación del laboratorio virtual.

Figura 2. Metodología SCRUM



II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Unreal Engine, se convierte en una potente y versátil plataforma de desarrollo de investigaciones en educación para la interacción con los usuarios (Estudiantes) [4]–[6], por otro lado, ha demostrado ser una herramienta fundamental para la creación de experiencias de usuario cautivadoras en el ámbito de la



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

educación. Así las cosas, Unreal Engine permite a los diseñadores aprovechar al máximo los elementos visuales y de interacción para crear experiencias que no solo divierten, sino que también educan y motivan.

Dentro de los resultados de los proyectos se encuentran:

- Poster "Diseño de un laboratorio virtual para la práctica de análisis de circuitos, por medio del modelamiento geométrico en 3D" presentado en el XIII Congreso Internacional de Educación e Innovación - Inclusión, Tecnología y Sociedad - 2019.
- Poster "Blueprints como técnica para el diseño de una Unidad Aritmético Lógica - ALU en un entorno virtual" en el evento Expotech - 2021.
- Ponencia "Laboratorio virtual para el desarrollo de análisis de circuitos mediante modelamiento geométrico" presentada en Expotech - 2021.
- Working Paper "Diseño e implementación de un sistema de instrumentación para el análisis de circuitos resistivos utilizando herramientas virtuales y modelamiento en 3D" presentado en la UNAD - 2021.
- Artículo "Virtual and remote laboratories in electronic and telecommunications: a technical review in education" publicado en la revista Visión electrónica de la Universidad Distrital - 2022.
- Ponencia "Designing an Arithmetic Logic Unit (ALU) in virtual laboratory in 3D" presentada en el XV International Conference of

Technology, Learning and Teaching of Electronics - 2022.

- Artículo "Designing an Arithmetic Logic Unit (ALU) in virtual laboratory in 3D" en espera de publicación en la IEEE Xplore - 2022.
- Participación en RedColsi (2020 - 2021 - 2022).
- Registro de software: "LABORATORIO VIRTUAL DE ELECTRÓNICA - UNAD". Radicado: 1-2023-61353
- Registro de software: "TEST BENCH FOR ANALYSIS OF DC CIRCUITS AND INSTRUMENTATION - UNAD". Radicado: 1-2023-61436

III. CONCLUSIONES

La UNAD y la UNED son instituciones que representan la importancia de adaptar los métodos educativos a las necesidades de la sociedad y su constante evolución. La educación, ya sea en modalidad presencial o a distancia, capacita a individuos para enfrentar los desafíos del mundo actual, estimula la innovación, promueve el pensamiento crítico y fomenta el crecimiento personal. En última instancia, la educación, encarnada por instituciones como la UNAD y la UNED, sigue siendo un pilar fundamental para el progreso global y la equidad.

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a la UNAD de Colombia y UNED de Costa Rica por su continuo y valioso apoyo a los docentes en los proyectos de investigación desarrollados conjuntamente y la



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

consolidación de propuestas educativas innovadoras.

Ambas instituciones han demostrado un compromiso inquebrantable con la mejora de la educación a través de su apoyo a los docentes en la búsqueda de conocimiento y en la generación de propuestas que enriquecen el proceso educativo. La UNAD y la UNED han sido verdaderos líderes al ofrecer plataformas y recursos que permiten a los educadores explorar nuevas ideas, métodos y enfoques para impulsar la calidad y eficacia de la enseñanza.

REFERENCIAS

- [1] Anwar *et al.*, "Blended Learning Based Project In Electronics Engineering Education Courses: A Learning Innovation after the Covid-19 Pandemic," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 16, no. 14, 2022, doi: 10.3991/ijim.v16i14.33307.
- [2] W. LIU and R. LIANG, "Research on Innovative and Entrepreneurship Education in Electronics and Information Engineering," *DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science*, no. ermas, 2019, doi: 10.12783/dtssehs/ermas2018/27005.
- [3] N. J. Rodríguez, I. C. Nieto and J.N. Mora. "Diseño de un resistor a través del Modelamiento Geométrico para incorporarse en un laboratorio virtual y desarrollar una práctica de circuitos DC | Visión electrónica." <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/visele/article/view/20281> (accessed Aug. 26, 2023).
- [4] K. E. R. Boettcher and A. S. Behr, "Using virtual reality for teaching the derivation of conservation laws in fluid mechanics," *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 11, no. 44, 2021, doi: 10.3991/IJEP.V11I4.20155.
- [5] D. A. Sheverev and I. N. Kozlova, "The development of a virtual laboratory based on unreal engine 4," in *CEUR Workshop Proceedings*, 2018. doi: 10.18287/1613-0073-2018-2212-98-104.
- [6] K. Boettcher, C. Terkowsky, M. Schade, D. Brandner, S. Grünendahl, and B. Pasaliu, "Developing a real-world scenario to foster learning and working 4.0—on using a digital twin of a jet pump experiment in process engineering laboratory education," *European Journal of Engineering Education*, 2023, doi: 10.1080/03043797.2023.2182184.



IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE EXTENSIONISMO AGROPECUARIO EN SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL PARA MUJERES RURALES CAFETERAS, BASADO EN LOS "ODS" – CORREGIMIENTO CAY, CAÑÓN DEL COMBEIMA, IBAGUÉ -TOLIMA, COLOMBIA.

IMPLEMENTATION OF THE AGRICULTURAL EXTENSION PROGRAM ON FOOD AND NUTRITIONAL SECURITY FOR RURAL WOMEN COFFEE GROWERS, BASED ON THE "SDG" – CAY VILLAGE, COMBEIMA CANYON, IBAGUÉ -TOLIMA, COLOMBIA.

Marín Idárraga, Diego Alberto^{1*}, Hernández Cruz, Victoria², Karen Vanessa Marimón Sibaja³, Yara Botache, Elvis Álvaro⁴, Cardozo, Yisela⁵, Ramírez Ortiz, Daniela Xiomary⁶, Buenaventura Monsalve, Jaime Alberto⁷

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

³Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

⁴Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

⁵Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

⁶Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

⁷ universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia

[*diego.marin@unad.edu.co](mailto:diego.marin@unad.edu.co)

Resumen - La implementación del programa de extensionismo agropecuario en seguridad alimentaria y nutricional SAN, tuvo como hincapié el emprendimiento juvenil rural comunitario con el cual se produce un efecto positivo en la población del



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



corregimiento de Cay. Pese al desamparo histórico estatal que ha sumido a ciertos de sus pobladores en pobreza y con las condiciones de diferencia en la sociedad campesina, esta región ha logrado la obra de asociaciones productoras de cafés especiales que lideran damas rurales, en donde además se cultiva diferentes productos alimenticios vitales orgánicos. Afianzar a la sociedad en conceptos básicos, relacionadas con el valor de la seguridad alimentaria y nutricional usando mecanismos a los procesos de educación, aprendizaje en funcionalidad de las sociedades rurales, como además realizando el aseguramiento de aquellos vínculos alimenticios y nutricionales en la zona teniendo presente las realidades productivas, condiciones climáticas, la disponibilidad de alimentos, la economía rural cafetera, el relevo generacional, el liderazgo juvenil y la atención a la primera niñez. Con el objeto de potenciar la capacidad, la destreza, ingreso acertado y permanentemente de alimentos en porción y calidad idónea, como lo son los frutos autóctonos del territorio que logren ser elaborados con elevados estándares de calidad, bajo el marco de las metas de desarrollo sustentable ODS, en donde se analiza las metas propuestas en el plan territorial mediante una matriz de diagnóstico DOFA de las condiciones de calidad nutricional encaminadas a los ejes estratégicos y su posible impacto social, solidario y comunitario.

Palabras clave—Café, Desarrollo sostenible, Extensionismo agropecuario, Mujer campesina, Seguridad alimentaria y nutricional.

Abstract - The implementation of the agricultural extension program in food and nutritional security SAN, emphasized the community rural youth entrepreneurship with which a positive effect is produced in the population of the township of Cay. Despite the state's historical neglect that has plunged certain of its inhabitants into poverty and with the different conditions in peasant society, this region has achieved the work of special coffee producing associations led by rural ladies, where different products are also grown organic vital foodstuffs Consolidate society in basic concepts, related to the value of food and nutritional security using mechanisms for education processes, learning in functionality of rural societies, as well as ensuring those food and nutritional links in the area keeping in mind productive realities, climatic conditions, food availability, the rural coffee economy, generational relief, youth leadership and care for early childhood. In order to enhance the capacity, skill, correct and permanent income of food in portions and suitable quality, such as the native fruits of the territory that manage to be elaborated with high quality standards, under the framework of the sustainable development goals SDG, where the goals proposed in the territorial plan are analyzed through a SWOT diagnostic matrix of the nutritional quality conditions aimed at the strategic axes and their possible social, solidarity and community impact.

Keywords—Coffee, Sustainable development, Agricultural extension, Rural woman, Food and nutritional security.

I. MATERIALES Y MÉTODOS



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

En la actualidad el corregimiento Cay presenta necesidades y carencias por el desconocimiento de los requisitos y condiciones que deben obtener los alimentos desde su postcosecha hasta su consumo final; la inclinación por el emprendimiento rural comunitario en lograr una seguridad alimentaria y nutricional con lo que se quiere alcanzar desde la ingeniería de alimentos una apropiación y manejo de los recursos que les brinda la tierra.

Surge entonces la necesidad de implementar el programa de seguridad alimentaria y nutricional, mediante el extensionismo agropecuario [1] y el emprendimiento de la mujer rural ibaguereña, que puedan permitir aumento en producción, rentabilidad y sostenibilidad de la seguridad alimentaria y nutricional [2], debido a la escasez del acompañamiento institucional y del bajo grado de desarrollo agroindustrial de la región que presenta brechas significativas. También desde la ingeniería de alimentos, se deben garantizar más incentivos y acompañamiento técnico, tecnológico e ingenieril que impacte de forma positiva en las zonas de influencia del programa académico en la región, por consiguiente, es necesario establecer estrategias como la creación e implementación de una "cartilla didáctica digital" de aprendizaje en los ámbitos de la seguridad alimentaria y nutricional, que permita en el mediano plazo, gozar de un hogar y de familias rurales y especialmente las mujeres campesinas [3] con excelentes condiciones alimenticias y de salud, por parte de estas mujeres dedicadas al trabajo y al servicio comunitario.

De acuerdo con lo anterior, ha sido imperante para los habitantes de la zona Cay del Cañón del Combeima, desarrollar estrategias y mecanismos de acción que permitan generar una cultura de alimentación sana e inocua, inclusive que se replique a otros corregimientos, a través de asociaciones campesinas existentes y normativizadas en la región basado a partir de los ejes de la política de seguridad alimentaria y nutricional, para contribuir con alimentos inocuos, seguros, asequibles y de calidad que sean plenamente reconocidos, identificados y producidos por ellos mismos en el extensionismo agropecuario, en aras de lograr una buena alimentación en niños, niñas, jóvenes, hombres, mujeres, y población en edad dorada o vejez, que se encuentren en algún grado de riesgo de alimentación y se ubiquen en el sector de la ruralidad, con características de vulnerabilidad, desigualdad e inequidad.

La implementación de este programa buscó comunicar y transmitir los aspectos favorables a toda la comunidad de la zona cafetera del corregimiento CAY para la comprensión acerca de la seguridad alimentaria y nutricional, teniendo en cuenta el alcance del problema.

El proyecto estableció recomendaciones para lograr una óptima alimentación, en función de las características y necesidades de la comunidad de Ca. Por otra parte, el proyecto podría contribuir a ampliar el análisis de datos sobre las falencias de seguridad alimentaria y nutricional en el municipio de Ibagué, donde el estado colombiano aún desconoce los objetivos de desarrollo sostenible



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

mediante culturización y concienciación en la comunidad. Ante la pandemia por COVID19, pudo haber un aumentado de la inseguridad alimentaria y nutricional para la comunidad vulnerable, de lo cual resulta el interés conocer cuáles son los tipos de alimentaciones más habituales en la comunidad del Cay con lo cual se le brindó la información requerida para implementar buenos hábitos alimenticios y adoptar medidas que permitan prevenir ETAS, desnutrición con el fin de reducir víctimas de enfermedades que deriven en complicaciones mortales.

Este proyecto surgió en el marco de un macroproyecto de investigación desarrollado por el grupo GIEPRONAL y Desarrollo Sociocultural Afecto y Cognición de la UNAD, que a partir de ejercicio de lecturas de realidades complejas en el territorio, vislumbran la necesidad de fomentar una cultura y conciencia cotidiana a partir de la asociatividad, en este caso las asociaciones productoras de café [4] que involucran mujeres campesinas, respecto a los ejes de seguridad alimentaria y nutricional en la zona cafetera de mujeres del corregimiento Cay, con el propósito de identificar como el desarrollo sostenible y sustentable [5] -[11] puede hacer que la población en situaciones o necesidades especiales, estén mejor preparadas frente al cambio [12]- [14], a pesar del azote originado en la región por el conflicto entre la fuerza pública y los grupos ilegales, quienes consideraban este sector un santuario por su posición estratégica y riqueza productiva, agroalimentaria, turística e histórica al ser camino de pueblos pijaos que habitaron esta región, el cual

cuenta con una riqueza hidrográfica como lo es el río Combeima y sus quebradas: Cay, la cascada, santa lucía, la mariposa, la victoria, la ruidosa, lavapatas, la arenosa, que irrigan los cultivos de café de la zona.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir del desarrollo metodológico basado en una investigación de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, es decir, descriptivo, basado en un diseño de gestión, a ser ejecutado mediante la metodología de Waterfall, con el uso secuencial de tareas, donde se establecieron las siguientes etapas: inicio, Planificación, ejecución, control y cierre. Debido a que, bajo este modelo alineado a la ingeniería de alimentos, se estableció el seguimiento a realizar al proyecto mediante la ejecución de las etapas culminadas y así se llegó al pleno cumplimiento del objetivo general de la implementación del programa de extensionismo agropecuario. Las etapas del diseño metodológico del proyecto que condujeron a los resultados obtenidos fueron al inicio de recolección de información de la zona cafetera "corregimiento Cay" sobre la seguridad alimentaria y nutricional, mediante el extensionismo agropecuario. Responsables: Estudiantes universitarios, docentes UNAD. Luego se llevó a cabo un análisis de matriz DOFA y sus resultados se presentan a continuación en la tabla 1.

**Tabla 1. Matriz de diagnóstico DOFA
de las condiciones de calidad**



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

nutricional encaminadas a los ejes de seguridad alimentaria y nutricional.

	<u>Fortalezas:</u>	<u>Debilidades:</u>	<u>Oportunidades</u>	y desinfección en la región.	Estrategias FO	Estrategias DO
Matriz de diagnóstico DOFA de las condiciones de calidad nutricional encaminadas a los ejes de seguridad alimentaria y nutricional	F1: Disponen de terrenos fértiles y fuentes hídricas. F2: Disponen de cultivos como cafés especiales y orgánicos; el cual es la principal actividad agrícola para el sustento económico. F3: Cuentan con otros cultivos como plátano, tomate, cacao, árboles frutales, actividad pecuaria, pesca artesanal. F4: La mayoría de las personas cuentan con educación. F5: Por la emergencia sanitaria Covid-19 las personas apropiaron el concepto de limpieza	D1: Limitaciones en el acceso y uso de las TIC. D2: Alimentación se basa en el consumo de productos ultra procesados. D3: Priorizan sus gastos en diversión y placer. D4: Falta conciencia del ahorro. D5: Desconocimiento sobre clasificación y aprovechamiento de residuos generados por la región, afectando al medio ambiente. D6: Ausencia de inversión social por parte del estado.	O1: Transformación y desarrollo agroindustrial en el café. O2: Darle valor agregado a los demás cultivos y actividades pecuarias generando crecimiento e innovación con los productos se dan en la región. O3: Posibilidad cultivar nuevos productos. O4: Obtención de fertilizantes orgánicos por medio de residuos. O5: Capacitaciones por medio de diferentes programas, (salud, educación, social,		O1, F2. Generar proyectos de crecimiento para dar valor agregado al café O2, F3: Creación de puntos de transformación. O3, F4: Realizar huertas caseras. O4, F2, F3: Fertilización de cultivos y recuperación de suelos de manera orgánica por medio de compost. O5, F4: Creación de programas basado en los ODS fomentando el aprendizaje continuo, replicable y activo en los habitantes de la zona.	D1, O1, O2: Capacitación sobre extensión agropecuaria o en actividades agrícolas. D5, O4: Utilizar abonos orgánicos en terrenos no fértiles para enriquecerlos de nutrientes y minerales. D1, D2, O5: Realización de la cartilla de seguridad alimentaria y nutricional. D6, O5: Manejo de aguas residuales.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

económico)

O6:

Capacitación e implementación de programas de potabilización del agua.

Amenazas:	Estrategias	Estrategias
A1: Por temporadas el acceso de los alimentos e insumos es escaso o costoso.	FA F5, A1: Concientizar sobre el consumo de alimentos orgánicos propios.	DA D3, D4, A1: Ejecutar planes de ahorro con inversiones de proyectos agrícolas.
A2: Bloqueos, cierre de vías.	F1, A1, A2: Aprovechamiento de terrenos para el cultivo de nuevos productos de difícil acceso para la región.	D1, A3: Realización de una cartilla con la que se pretende mitigar casos relacionados con la ausencia de seguridad alimentaria y nutricional.
A3: Clima dificulta diferentes procesos (transporte, comercio)		
A4: Limitantes en el transporte (vías, naturaleza de la región).	F4, A3: Implementación de Marketing e innovación de procesos o productos.	

Para la planificación de las actividades, se realizó el diseño y elaboración del programa de seguridad alimentaria que consistió en un plan de visitas técnicas a la zona, direccionadas por los

docentes de la UNAD que participaron en el proyecto, y según información recolectada en el corregimiento, con elaboración de una cartilla de buenas prácticas de seguridad alimentaria y nutricional, lograr el bien común y un fortalecimiento comunitario, aprovechamiento de oportunidades.

Durante la realización de la cartilla y programa de seguridad alimentaria y nutricional se determinaron los siguientes conceptos:

- Buenas Prácticas Higiénicas
- Buenas Prácticas Agrícolas
- Disponibilidad de alimentos
- Consumo de los alimentos

Se socializaron las siguientes temáticas:

- Extensionismo Agropecuario
- Desarrollo Rural
- SISSU – UNAD

Responsable: Estudiantes universitarios, docentes UNAD.

Ejecución: Capacitación y socialización con la comunidad temas de seguridad alimentaria y extensionismo agropecuario, implementación de programa de seguridad nutricional del corregimiento Cay.

Responsable: Estudiantes universitarios del semillero SEPRON-BIOTECAL programa Ingeniería de alimentos UNAD CEAD Ibagué – Comunidad ASOPROCASCADA de Cay.

Cierre: Análisis del programa de seguridad alimentaria con los habitantes del corregimiento CAY.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Responsable: Estudiantes
universitarios, docentes UNAD.

A continuación, se presenta la matriz DOFA con relación a la implementación de la cartilla digital en el marco del desarrollo y ejecución que tuvo el proyecto de investigación, dado que el hecho de implementar la cartilla digital incluía retos y desafíos por el tema de conectividad y escasas fuentes de internet en la zona, dado su agreste topografía.

Tabla 2. Matriz de diagnóstico DOFA en relación con la implementación de la cartilla didáctica digital para la comunidad de Cay.

	<u>FORTALEZAS:</u>	<u>DEBILIDAD ES:</u>
MATRIZ DOFA PARA LA PUESTA EN MARCHA DE LA CARTILLA DIGITAL	F1: institución es que brinden apoyo por medio de capacitación y asesorías. F2: Deseo de superación y profesional a través de capacitación en el área pedagógico-educativa F3: transmitir el conocimiento de las buenas prácticas para llevar a cabo la seguridad y soberanía alimentaria a las mujeres cafeteras.	D1: acceso y uso de las TIC D2: problemas de aprendizaje por algunos contenidos. D3: disponibilidad de tiempo por personal de capacitador .
<u>OPORTUNIDADES</u>	<u>ESTRATEGIAS FORTALES</u>	<u>ESTRATEGIAS DEBILES</u>
O1: Normas que favorecen la innovación. O2: Certificaciones de calidad,	O2. O4. F2: mujeres cafeteras adquieren el conocimiento	D1.O3: con los aprendizajes adquiridos se lograrán el uso de



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

teniendo en cuenta las condiciones de vida.
O3: Liderazgo y aprendizajes de las mujeres rural en la zona cafetera

nto para liderar las zonas cafeteras
O2.F1: con la contribución de las instituciones se logrará obtener certificaciones (Calidad, y personal certificado)

las TIC, donde la comunidad tomara acciones correctivas frente a las problemáticas de la seguridad alimentaria.

Adicional, es necesario seguir trabajando el empoderamiento femenino y el liderazgo transformacional e inspiracional, dado que algunas personas son aún muy machistas y ello se refleja en falta de protagonismo de la mujer en el microterritorio.



Figura 1. Implementación del programa de extensionismo agropecuario desde el semillero SEPRON-BIOTECAL durante el año 2022.

AMENAZAS:
A1: Acceso a la comunidad (zonas hídricas)
A2: Factor económico para lograr una seguridad alimentaria y nutricional.
A3: Recursos necesarios plenamente identificados, para la obtención de una buena calidad final de los alimentos que propendan por consumidores sanos.

ESTRATEGIAS FA
F3.A3: Las mujeres cafeteras tendrán el conocimiento para consumir alimentos sanos e inocuos.
F1.A2: el apoyo de entidades brindará el recurso económico para llevar a cabo la seguridad alimentaria y nutricional.

ESTRATEGIAS DA
A1.D1.D3: Con el acceso a las TIC, se tendrán tecnologías para llegar a brindar la información de la cartilla digital a la comunidad.

En la figura 1 se pueden observar algunas de las lideresas de la comunidad, pero se pudo constatar que la mujer cafetera aún se encuentra relegada en la toma de decisiones tanto de asociaciones campesinas como también en el hogar, por tanto, es un campo de acción y una oportunidad de acompañamiento científico para las ciencias sociales específicamente la psicología y para las demás ciencias académicas de la UNAD.



Figura 2. Comunidad de Cay presente en las visitas de campo.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Una de las dificultades que se presentaron para la ejecución del proyecto fue la pandemia por Covid19, dado que el acceso a las comunidades estuvo restringido en algunas ocasiones, igualmente el estallido social del año 2021 perjudicó a las comunidades dado que los bloqueos viales se tradujeron en pérdidas de productos y de la calidad de estos, afectando la economía y la canasta familiar rural.



Figura 3. Estudiante Elvis Yara del semillero SEPRON-BIOTECAL socializando la cartilla digital a la comunidad de Cay, durante el año 2022.

La figura 2, 3, 4 y 5 presentan evidencias del importante trabajo realizado con la comunidad, dado que se debe seguir trabajando la cultura por el cuidado de la salud integral humana, la sana alimentación y el buen vivir en la ruralidad. La figura 5 es una visualización de la cartilla en Calameo.

calameo Buscar FUNCIONES TARIFAS PUBLICAR Registrarse gratuitamente



Cartilla SAN_UNAD_Ibague_2021

© por Diego Alberto Marín Idarraga

Programa de extensión agropecuario en seguridad alimentaria y nutricional para mujeres rurales cafeteras, basado en los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) - Corregimiento Cay, Cañón del Combeima Ibague -Tolima, Colombia. 'Cartilla digital'

LEER LA PUBLICACIÓN

Figura 4. Captura de pantalla de la cartilla digital publicada en Calameo

III. CONCLUSIONES

Tras la socialización del programa de seguridad alimentaria y nutricional para la población de la zona cafetera de Cay del municipio de Ibagué, por medio de una cartilla digital, se inicia con la implementación de hábitos y estilos de vida saludable (disponibilidad de alimentos sanos, agua potable y saneamiento básico), las cuales tuvieron una respuesta asertiva por parte de los presentes en donde se reflejó el interés por aprender y entender las ventajas de los procesos.

Con el diagnóstico se pudo comprender que la región cuenta con la disponibilidad de terrenos y fuentes hídricas para cultivar sus propios alimentos, los cuales no son totalmente aprovechados, ya que ellos prefieren consumir alimentos ultra procesados los cuales no contribuyen con la seguridad alimentaria y el bienestar de la comunidad.

Con el programa se concluyó que toda comunidad o población debe entender la importancia de la seguridad alimentaria y nutricional, ya que se encontraron falencias en cuanto al tipo y origen de alimentación, la falta de recursos económicos y el apoyo con entes externos.



Con la implementación del programa se obtuvo la elaboración de una cartilla didáctica digital como base para el desarrollo y cumplimiento en los procesos agroindustriales y manipulación de los alimentos, contribuyendo al desarrollo sostenible de la comunidad. Por último, se diseñó un Código QR, para la descarga a través de código QR de la cartilla digital UNAD_SAN_CayIbague, según <http://bit.ly/3DuBoss> por favor escanee la siguiente imagen en la figura 5.



Figura 5. Código QR de la cartilla digital desarrollada por el semillero SEPRON-BIOTECAL de la ECBTI - UNAD.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, a la Vicerrectoría académica y de investigación, al sistema SiGI, a la ECBTI, a los líderes de la Zona Sur y por supuesto al grupo GIEPRONAL de UNAD como también al grupo Desarrollo Sociocultural Afecto y Cognición, a los coinvestigadores del proyecto PS172020 y a toda la comunidad de ASOPROCASCADA en el corregimiento Cay - Ibagué,

especialmente sus representantes y asociados, a las familias cafeteras y a las mujeres rurales como también al semillero SEPRON BIOTECAL; por su dedicación y compromiso con las actividades inmersas en la ejecución del proyecto de investigación y de los productos derivados de este.

REFERENCIAS

- [1] Aguirre. H, Pérez. L, Ávila. S, Reyes. A, Valdés. V. (2009). Programa de extensionismo agropecuario de la secretaría de fomento agropecuario del gobierno del estado de Coahuila. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14113204>
- [2] Azuero. Oscar, Botero. Luis. (2010). Diseño y elaboración del plan de seguridad alimentaria y nutricional para el municipio de Guadalajara de buga. una visión desde la ingeniería de alimentos. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25834/lfbotero.pdf?sequence=1>
- [3] Brito. Bruno, Ivanovic. Claudia. (2019). Mujeres rurales, protección social y seguridad alimentaria en ALC: <http://www.fao.org/3/ca5092es/ca5092es.pdf>
- [4] Centro de comercio internacional. (2010). Exportación y producción de café orgánico. <http://www.laguiadelcafe.org/guia-del-cafe/mercadosnicho-aspectos-ambientales-y-sociales/el-mercado-mundial-del-cafe-organico>
- [5] Distancia, U. A. (2020). I Simposio Internacional y IV simposio Nacional desarrollo Rural. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/download/4634/4425#page=76>.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

[6] Documento CONPES SOCIAL. Equidad de género para las mujeres. (2013). Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/conpes/social/161.pdf>

[7] Estrategia de Seguridad Alimentaria y Economía Rural para la Región Central de Colombia (2016). Marco programático en seguridad alimentaria y nutricional, y economía rural. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col174532.pdf>

[8] Junta nacional del café (JNC), 2012. Principales destinos de café orgánico peruano.

<http://juntadelcafe.org.pe/node/66>

[9] Navas Cuenca, E. (2014). Medios de producción agropecuaria. Editorial ICB. [https://elibro-](https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/59557)

[net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/59557](https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/59557)

[10] Roach, E. F. F., & Lamar A. R. (2019). Educação Científica E Realidade Agropecuária Em Cuba: Algumas Ideias Sobre Sua Mudança Epistemológica.

Revista Iberoamericana de Estudos Em Educação, 14(3), 928-941. <https://doi.org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.21723/riaee.v14i3.11530>

[11] Seguimiento de la seguridad alimentaria y la nutrición en apoyo de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible Balance y perspectivas. (2016). Nota informativa. <http://www.fao.org/3/i6188s/i6188s.pdf>

[12] Torres Torres, F. (2006). Seguridad alimentaria: seguridad nacional. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. [https://elibro-](https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/75558)

[net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/75558](https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/75558)

[13] Torres Torres, F. (2006). Seguridad alimentaria: seguridad nacional. Plaza y Valdés, S.A. de C.V. [https://elibro-](https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/75558)

[net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/75558](https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/lc/unad/titulos/75558)

[14] Varado. H. M. (2014). Universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/546/FIA_143.pdf?sequence=1&isAllowed=y

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



EJE 3 - RESPONSABILIDAD SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD EN LA INDUSTRIA 5.0



TENDENCIAS DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS EN COLOMBIA: EXPLORANDO LAS ENERGÍAS LIMPIAS Y LA MOVILIDAD DEL FUTURO

ELECTRIC AND HYBRID VEHICLE TRENDS IN COLOMBIA: EXPLORING CLEAN ENERGY AND MOBILITY OF THE FUTURE

Gaitan Ospina, Rafael^{1*}

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Av. Roosevelt # 36 - 60, Cali, Colombia

*rafael.gaitan@unad.edu.co

Resumen – Cada vez es más común observar vehículos eléctricos e híbridos circulando por las calles de las ciudades de Colombia, aportando de manera significativa a la disminución de la contaminación del aire y el cambio climático. Estos vehículos se vuelven cada día más atractivos debido a su impacto ambiental positivo y a costos de carga y mantenimiento generalmente inferiores en comparación con los vehículos de combustión. Además, se suman los incentivos gubernamentales que favorecen su adopción. Es esencial comprender el progreso de este mercado en nuestro país, reconociendo que es una tendencia no solo a nivel nacional, sino también mundial, y anticipar lo que nos reserva en el futuro cercano. En este estudio, se llevará a cabo un análisis del crecimiento experimentado por los vehículos eléctricos e híbridos en Colombia, utilizando una base de datos nacional de acceso público. Se identificarán tendencias en este mercado, así como su impacto diferencial en diversas zonas geográficas del país. Además, se examinará el crecimiento según los tipos de vehículos y se evaluarán las necesidades del país para fomentar este mercado en constante evolución.

Palabras clave— Eléctricos, híbridos, energías alternas, modelo de tendencia, medio ambiente, energías limpias, vehículos eléctricos Colombia.

Abstract - Every day, the sight of electric and hybrid vehicles on the streets of Colombian cities becomes more commonplace, significantly reducing air pollution and climate change. These vehicles are increasingly appealing due to their positive environmental impact and lower charging and maintenance costs than combustion-engine vehicles. Furthermore, government incentives further enhance their attractiveness. Understanding the progress of this market in our country is essential, acknowledging that it's not only a national trend but also a global one, and anticipating what the near future holds. This study will analyze the growth experienced by electric and hybrid vehicles in Colombia, utilizing a publicly accessible national database. Trends within this market will be identified, along with their

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



differential influence across various geographic regions of the country. Additionally, growth will be examined by vehicle types, and the country's needs to nurture this evolving market will be evaluated.

Keywords— Electric, hybrid, alternate energies, trend model, environment, clean energies, electric vehicles Colombia.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el análisis se utilizó la base de datos publicada en Datos Abiertos Colombia actualizada al 14 de diciembre del 2022 [2], donde se utilizó el software estadístico Python con las bibliotecas Pandas, Numpy para la manipulación y procesamiento de datos, además de librerías de visualización como Matplotlib, Seaborn y Hvplot. El análisis se dividió en dos etapas: procesamiento de datos donde se eliminan datos faltantes, así como la configuración a tipo de datos según las variables cuantitativas, cualitativas y temporales, análisis exploratorio donde se crearon graficas de líneas y geográficos analizando el comportamiento del mercado de estos vehículos en el país.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los vehículos eléctricos son un tema de interés en muchos países a nivel mundial debido a su aporte ambiental al no generar combustión en sus motores y según las tendencias actuales, este modo de transporte sustituirá en un futuro próximo a los vehículos con motor de combustión interna [6]. Muchos países ofrecen incentivos para su compra, puesto aún se presentan temores en su uso, siendo

el tema de la autonomía de sus baterías y el alto costo de adquisición las más discutidas e importantes a la hora de decidirse a comprar uno de estos [7]. En nuestro país podemos evidenciar un crecimiento importante a partir del año 2020 (ver Figura 1), año en el que se declaró la pandemia por COVID-19 en el país.

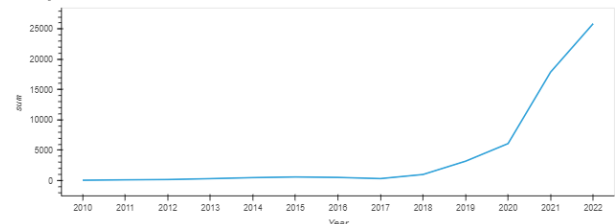


Figura 1. Crecimiento de ventas de vehículos eléctricos e híbridos en Colombia

Antes del 2019 las ventas no superaban las 1000 unidades en todo el país, en el 2019 se registró 3183 unidades entre eléctricos e híbridos, en 2020 se registraron 6093 unidades, posteriormente 17896 unidades en el 2021 y luego un registro de 25878 unidades año 2022, es decir aproximadamente un aumento del 200% con respecto al año anterior (Ver Tabla 1)

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Tabla 1. Registro de ventas vehículos eléctricos 2010-2022

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ventas	508	313	992	3183	6093	17896	25878

En nuestra base de datos existen tres categorías en el tipo de combustible de los vehículos, las cuales son Eléctricos y entre los híbridos tenemos los de tipo Gasolina-Eléctrico (GE) y Diesel-Eléctrico (DE), donde los híbridos tipo GE son los de mayor consumo, seguido de los eléctricos (ver Figura 2)

Tabla 2. Cantidad de vehículos por tipo

Tipo	GE	E	DE
Porcentaje	80%	17%	3%

Analizando el comportamiento de ventas de estos tipos de vehículos (Ver Figura 2) tenemos que los vehículos con tipo combustible Híbridos GE y Eléctricos muestran una tendencia positiva mientras los Híbridos DE no marcan una tendencia.

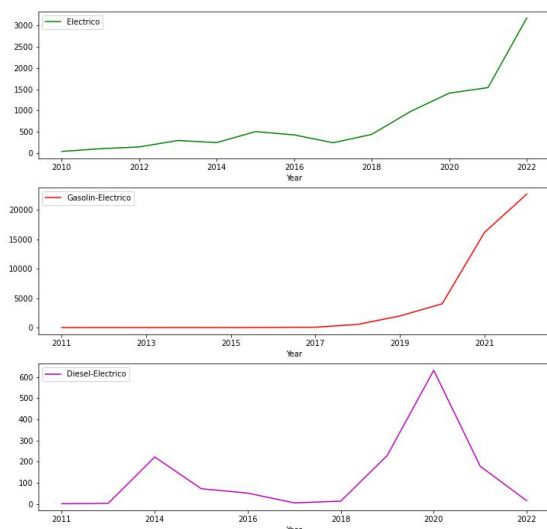


Figura 2. Crecimiento de ventas de vehículos por tipo de combustible

Al analizar el mercado de estos vehículos por los diferentes departamentos del país podemos observar que los que más representan ventas son Bogotá con 25507 unidades, seguido por Antioquia con 14237, seguido por Cundinamarca con 4688, seguido por Valle con 3222 unidades (ver Figura 3). Podemos observar también en los departamentos Vichada, Guaviare, Vaupés y Putumayo donde al 2022 no se han registraron ventas de estos tipos de vehículos.

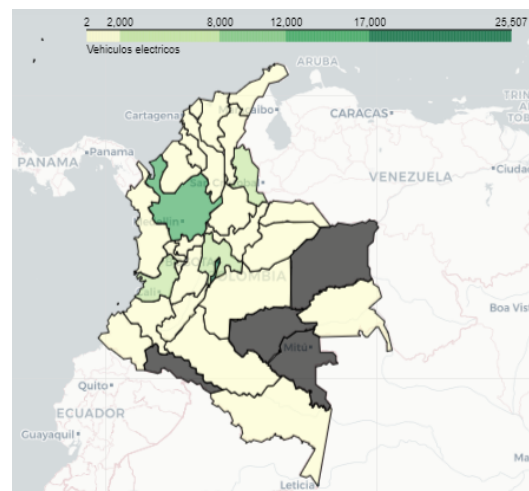


Figura 3. Ventas de vehículos eléctricos e híbridos por departamento

El crecimiento de las ventas de vehículos híbridos y eléctricos desde el 2019 es alrededor del 200% por lo cual se propone la función exponencial $f(x) = 3200(2^{2019-x})$ como modelo, donde su gráfica se ajusta a la de ventas (ver Figura 4), para la cual se tiene un coeficiente de R2 de 0,96.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

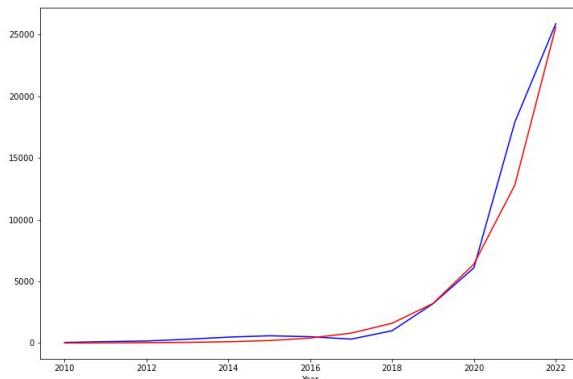


Figura 4. Modelo ventas de vehículos eléctricos e híbridos por año

Es natural preguntarse, según el modelo anterior ¿cuánto tiempo tardaría en igualarse el número de carros de estos tipos con los de combustión circulando actualmente?, en este punto, tomando como referencia un artículo del 2022 de la revista motor [4], donde reportaban alrededor de 6.701.970, para lo cual en el 2030 sería el año en que el modelo alcanzaría una cifra cercana, año al cual la Asamblea General de las Naciones Unidas han acordado metas respecto a aportes al medio ambiente, entre otras [5].

La autonomía de las baterías de los vehículos es una de las principales características que influyen en la venta de este tipo de vehículos, puesto su contenido energético es inferior al de los derivados del petróleo, es por ello que se han aunado cada vez más esfuerzos por la creación de baterías con materiales más eficientes para alcanzar autonomías importantes en estos vehículos, siendo la de Litio-ion la que se ha posicionado en los últimos años, minimizando el tiempo de carga y alargando su vida útil [3]. Otro

aspecto relevante tiene que ver con los puntos de carga, donde en Colombia existen alrededor de 191 puntos, de los cuales 41 están en Bogotá, 26 en Medellín y 7 en Cali que son las ciudades principales de los departamentos con más presencia de vehículos eléctricos, donde cabe resaltar que Pereira y Armenia con un bajo número de vehículos eléctricos cuentan con un número cercano de puntos de carga con Cali [1]. Así pues, un aspecto clave en el avance del mercado de vehículos eléctricos en el país es la disposición de puntos de carga, donde Colombia se encuentra muy por debajo de países europeos como Países Bajos con 137.052 y Alemania con 41,923 siendo estos dos, los países donde más se registran puntosa nivel mundial, más Colombia está como el tercer país con más puntos en sur América [1], siendo Brasil con 401 puntos y Chile con 316 puntos los que encabezan la lista.

III. CONCLUSIONES

Desde el año 2019 en adelante, las ventas de vehículos híbridos y eléctricos en Colombia han experimentado un crecimiento significativo, donde de los tres tipos de vehículos es el de Gasolina-Eléctrico el que representa más unidades en ventas seguido de los Eléctricos puros. En cuanto a los eléctricos puros, se atribuye su aumento a los continuos avances en la autonomía de las baterías, logrando alcanzar rangos de autonomía importantes para la movilidad de los conductores. A nivel nacional, se observa un progreso evidente en la implementación de infraestructura de carga, una distinción



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

que coloca a Colombia en una posición ventajosa en comparación con otros países de América del Sur.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a los organizadores del evento Expotech 2023, así como a su comité evaluador. Su apertura y disposición para aceptar y considerar este trabajo son un testimonio de su compromiso con el fomento del conocimiento y la innovación en el campo.

REFERENCIAS

- [1] Electromaps. (2023). Obtenido de <https://www.electromaps.com/es/puntos-carga>
- [2] Ministerio de Transporte (2022). Número de Vehículos Eléctricos – Híbridos. Obtenido de <https://www.datos.gov.co/d/7qfh-tnkr3>
- [3] Miranda et al. (2023). *Avances actuales de las baterías de los automóviles eléctricos*. Ingeniar: Ingeniería, Tecnología e Investigación. 6(11), 56-59.
- [4] Motor. (2022). Obtenido de <https://www.motor.com.co/industria/SABE-CUANTOS-CARROS-HAY-EN-COLOMBIA-A-2022-20220225-0004.html>
- [5] Naciones Unidas (2018). *La agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.
- [6] Patel, J. N. N., Bhoi, A. K., Padmanaban, S., & Holm-Nielsen, J. B. (2021). *Electric Vehicles*. Springer Singapore, Singapore.
- [7] Sanz, I. (2015). *Análisis de la evolución y el impacto de los vehículos eléctricos en la economía europea*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas ICAI – ICADE



SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO CON INYECCIÓN DE EXCEDENTES A LA RED PÚBLICA EN ZONAS URBANAS

PHOTOVOLTAIC ELECTRIC POWER GENERATION SYSTEM FOR SELF-CONSUMPTION WITH SURPLUS INJECTION INTO THE PUBLIC GRID IN URBAN AREAS

Nier contreras Hernando
*Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Valledupar – Colombia*

Jairo Luis Gutiérrez Torres
*Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Bogotá D.C - Colombia*

Resumen -

Este proyecto aplicado tiene como objetivo principal la implementación de un sistema de autogeneración de energía eléctrica para autoconsumo con inyección de excedentes a la red pública. Para lograrlo, se ha empleado un sistema solar fotovoltaico que aprovecha la alta radiación solar presente en la zona de la costa caribe colombiana, asegurando una generación constante de energía durante todo el año. El diseño del arreglo solar ha sido cuidadosamente planificado con un sobredimensionamiento en potencia pico de generación. Esta estrategia permite reducir los costos de la factura de energía a cero y, al mismo tiempo, contribuir con la inyección de excedentes a la red pública. De esta manera, la comunidad también puede beneficiarse del uso de energía limpia en sus actividades diarias, y se realiza un importante aporte en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero emitidos principalmente por las centrales térmicas en los procesos de generación eléctrica. La adopción de este sistema fotovoltaico para autoconsumo y la inyección de excedentes a la red pública no solo promueve un uso más sostenible de la energía en la zona urbana, sino que también contribuye al esfuerzo global para mitigar el impacto del cambio climático. Además, al garantizar una generación constante de energía, se ofrece una solución eficiente y confiable para el suministro eléctrico de la



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

vivienda, impulsando la transición hacia un futuro energético más limpio y sustentable en la región.

Palabras clave— solar, energía, red, panel, on-grid, autoconsumo.

Abstract - This applied project has as its main objective the implementation of a self-generation system of electrical energy for self-consumption with surplus injection into the public network. To achieve this, a photovoltaic solar system has been used that takes advantage of the high solar radiation present in the area of the Colombian Caribbean coast, ensuring a constant generation of energy throughout the year. The design of the solar array has been carefully planned with an oversizing in peak generation power. This strategy makes it possible to reduce the costs of the energy bill to zero and, at the same time, contribute to the injection of surpluses into the public network. In this way, the community can also benefit from the use of clean energy in their daily activities, and an important contribution is made in reducing greenhouse gas emissions emitted mainly by thermal power plants in the electricity generation processes.

The adoption of this photovoltaic system for self-consumption and the injection of surpluses into the public network not only promotes a more sustainable use of energy in urban areas, but also contributes to the global effort to mitigate the impact of climate change. In addition, by guaranteeing a constant generation of energy, an efficient and reliable solution is offered for the electrical supply of the home, promoting the transition towards a cleaner and more sustainable energy future in the region.

Keywords— Solar panel, solar energy, small-scale self-generator, public network, on grid, self-consumption, etc.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente artículo presenta un modelo de implementación de un sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica para autoconsumo en zonas urbanas, permitiendo la inyección de excedentes a la red pública. La metodología se basa en una revisión documental exhaustiva de la regulación en el país, el análisis de requerimientos energéticos y las condiciones geográficas de la vivienda, la implementación del sistema fotovoltaico ON GRID y una evaluación de su producción energética.

La creciente preocupación por el cambio climático y la búsqueda de alternativas sostenibles para la generación de energía eléctrica ha impulsado la adopción de sistemas fotovoltaicos en viviendas urbanas. En este artículo, se propone un enfoque integral para la implementación de un sistema fotovoltaico ON GRID con la capacidad de inyectar excedentes a la red pública.

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto fue la siguiente:

Revisión documental de la regulación: Se realiza una revisión completa de la legislación y normativas



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

vigentes en el país en relación con la generación fotovoltaica para autoconsumo y la inyección de excedentes a la red pública. Se identifican los requisitos legales y técnicos para la instalación y conexión del sistema, así como las empresas certificadas para llevar a cabo dichos proyectos.

Análisis de requerimientos y condiciones geográficas: Se lleva a cabo un estudio detallado de los requerimientos energéticos de la vivienda en cuestión y las condiciones geográficas que afectan la eficiencia del sistema. Se considera el consumo promedio diario, los picos de demanda y el potencial de generación solar según la ubicación geográfica, teniendo en cuenta que en el municipio de Bosconia las horas de sol pico (HSP) son en promedio 5.5.

Diseño e implementación del sistema fotovoltaico: Con base en los resultados del análisis previo, se diseña el sistema fotovoltaico adecuado para cubrir las necesidades energéticas de la vivienda. Se dimensionan los paneles solares, inversores y demás componentes necesarios para su instalación. Se realiza la conexión a la red pública siguiendo las normas y procedimientos establecidos.

Evaluación de la producción energética: Se monitorea el rendimiento del sistema durante un periodo determinado para evaluar la producción energética diaria, semanal y mensual. Se registran los datos y se analizan para identificar patrones de consumo y producción.

Optimización del funcionamiento del sistema: Con base en los datos obtenidos en la evaluación, se realizan ajustes y optimizaciones para mejorar

la eficiencia del sistema. Se establece un plan de mantenimiento preventivo para garantizar el máximo rendimiento energético y reducir los riesgos de fallos en la instalación.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de generación fotovoltaica ON GRID instalado en la vivienda genera un promedio diario de 19 kWh de energía, aprovechando las condiciones de radiación solar en el municipio de Bosconia, con un promedio de 5.5 horas solares pico. Considerando que el consumo mensual de energía de la vivienda es de aproximadamente 300 kWh y el costo por kWh es de ochocientos cincuenta pesos (\$850), se estima que el retorno de la inversión, que ascendió a veintitrés millones de pesos (\$23,000,000), ocurriría en un periodo no mayor a 7 años.

Este análisis económico respalda la viabilidad del proyecto, ya que el sistema fotovoltaico tiene un alto potencial para reducir significativamente los gastos en la factura de energía eléctrica. El retorno de la inversión en un plazo relativamente corto muestra los beneficios financieros a largo plazo al generar energía limpia y sostenible. Además, la generación de excedentes energéticos puede resultar en un aporte económico adicional al poder vender el excedente de energía a la red pública, fortaleciendo aún más el argumento para la adopción de energías renovables.

El proyecto ha tomado en consideración el marco regulatorio colombiano relacionado con la generación fotovoltaica para autoconsumo y la inyección de



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

excedentes a la red pública. La revisión documental previa ha permitido asegurar el cumplimiento de los requisitos legales y técnicos para la instalación y conexión del sistema. Además, se ha identificado las empresas certificadas y autorizadas para llevar a cabo el proyecto, lo que garantiza la calidad y la seguridad del mismo.

III. CONCLUSIONES

En conclusión, la implementación del sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica para autoconsumo con inyección de excedentes a la red pública en zonas urbanas, como Bosconia, representa una opción viable y sostenible. Además de los beneficios ambientales, el proyecto ofrece una perspectiva económica favorable gracias a la producción estimada de 19 kWh al día y el marco regulatorio colombiano promueve la adopción de energías renovables para la transformación energética del país. Con una adecuada gestión y monitoreo, este tipo de proyectos puede jugar un papel importante en la transición hacia un sistema energético más limpio y resiliente.

REFERENCIAS

- Ackerman, S. E., y Com, S. L. (2013). Metodología de la investigación. Buenos Aires, AR: Ediciones del Aula Taller. (pp. 31 - 44). <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/76246?page=31>
- Estadísticas del Sector Eléctrico Colombiano (27 de marzo de 2022) Comisión de regulación de energía y gas CREG. <https://www.creg.gov.co/sectores-que-regulamos/energia-electrica/estadisticas-del-sector-electrico-colombiano>
- Córdoba, M. (2011). Formulación y evaluación de proyectos. Ciclo de vida de los proyectos. (pp. 8-16) <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/69169?page=23>
- Qué es un panel solar y cómo funciona (2019) Solarama mayoristas en energía solar. <https://solarama.mx/blog/que-es-un-panel-solar/>
- Energías Renovables ¿qué son y para qué sirven? (2022) Climate consulting by selectra <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>



VALIDACIÓN EXPERIMENTAL Y PARAMETRIZACIÓN PRECISA DEL SENSOR DE PH E-201 PARA MEDICIONES EN SOLUCIONES HIDROPÓNICAS

EXPERIMENTAL VALIDATION AND ACCURATE PARAMETERIZATION OF PH SENSOR E-201 FOR MEASUREMENTS IN HYDROPONIC SOLUTIONS

Rodriguez Aya, Angel Alejandro^{1*}, Berdugo Cardona, William Andres², Chica García,
Juan Alejandro³ Carrillo Acosta, Luis Miguel⁴, Montaña Sanz, Jesús Steban⁵

¹UNAD, angel.rodriguez@unad.edu.co, Villavicencio, Colombia

²UNAD, waberdugoc@unadvirtual.edu.co, Acacías, Colombia

³UNAD, juan.chica@unad.edu.co, Villavicencio, Colombia

⁴UNAD, lmcarrilloac@unadvirtual.edu.co, Villavicencio, Colombia

⁵UNAD, jsmontanas@unadvirtual.edu.co, Villavicencio, Colombia

*angel.rodriguez@unad.edu.co

Resumen – En el siguiente artículo se pudo validar la aplicación de la metodología experimental para la parametrización del sensor de pH E-201 mediante condiciones controladas, adicionalmente, se realizó la aplicación de modelos matemáticos tales como regresión polinomial por el método de mínimos cuadrados y el método de Gauss Jordán para su solución, logrando parametrizar y calibrar el sensor E-201 para la medición del pH en el agua en presencia de soluciones hidropónicas nutritivas. El error relativo porcentual obtenido a través de la parametrización del sensor E-201 fue menor del 1.14% en las mediciones del pH en los rangos de 4.0 a 8.3

Palabras clave— calibración, hidrocultivo, estandarización, potencial de hidrógeno, regresión polinomial.

Abstract - The following article validates the application of experimental methodology for the parameterization of the pH sensor E-201 under controlled conditions. Additionally, mathematical models such as polynomial regression using the least squares method and the Gauss-Jordan method were applied for its solution. This achieved the parameterization and calibration of the E-201 sensor for pH measurement in water in the presence of hydroponic nutrient solutions. The relative percentage error obtained through the parameterization of the E-201 sensor was less than 1.14% in pH measurements within the range of 4.0 to 8.3.

Keywords— calibration, hydroponics, standardization, hydrogen potential, polynomial regression

I. MATERIALES Y MÉTODOS

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



El sensor de pH de electrodo de bajo costo es ampliamente utilizado en sistemas de bajo costo para la medición del pH [1] [2] en diversos tipos de sustancias, adicionalmente, su integración con sistemas embebidos microcontrolados como Arduino [3] [4], lo hacen idóneos para el desarrollo de proyectos enfocado a la agricultura como lo son los cultivos hidropónicos.

Los materiales utilizados para determinar la función matemática de parametrización del sensor se basó en los siguientes elementos:

- ✓ Tarjeta Arduino Leonardo.
- ✓ Sensor de pH E-201.
- ✓ Sensor HI 991001 pH/temperatura.
- ✓ Zumo de limón.
- ✓ Vinagre.
- ✓ Buffer pH 4.0
- ✓ Buffer pH 7.0
- ✓ Buffer pH 8.3



Imagen 1. Sensor de pH E-201 [5]



Imagen 2. Sensor de pH/temperatura
HI 991001

La metodología implementada para el proceso de parametrización del sensor fue la metodología experimental, la cual permite que el investigador controle las variables que intervienen en el experimento [6] [7], permitiendo delimitar las relaciones entre ellas, contribuyendo a encontrar la solución del problema. Esta metodología se fundamenta en el método científico [8] el cual es idóneo para llevar este tipo de proyectos de carácter experimental.

Las fases implementadas en el desarrollo de la parametrización del sensor se listan a continuación:

Fase 1 – Medición de los buffers con los sensores de pH.

Fase 2 – Calibración del sensor a partir del sensor.

Fase 3 – Parametrización del sensor.

Fase 4 – Ajustes del Algoritmo para la medición del sensor.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La parametrización y calibración del sensor de pH E-201 se realizó con un instrumento patrón de laboratorio modelo HI 991001 pH/temperatura, el cual posee un rango de medición del pH de -2.00 a 16.0 con una resolución de 0.01pH [9]. Lo que permite tener un grado alto de certeza en la medición de las sustancias, adicionalmente, se utilizaron buffers comerciales con pH de 4.0, 7.0 y 8.3, para tener un mayor grado de confiabilidad de los datos.

Mediciones de sustancias

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Se realizó la medición del voltaje analógico obtenido por el sensor pH E-201 cuando se sumergía en las diferentes sustancias, adicionalmente se hacia la medición con el sensor HI 991001 para determinar el pH real de cada una de ellas.

Tabla 7. Mediciones de las sustancias de pH y Voltaje con HI 991001 y E-201

Sustancias	Sensor HI 991001 (pH)	Sensor E-201 (V)
Zumo de Limón pH 2.5	2,45	3,74
Vinagre - pH 2,9	3	3,72
Buffer pH 4	4	3,54
Buffer pH 7	7	3,17
Buffer pH 8,3	8,3	2,97

Parametrización del sensor a través de Regresión polinomial

De acuerdo con la comprobación de las lecturas obtenidas y basados en el promedio de 5 mediciones de cada una de las sustancias, se identifica que el comportamiento del sensor no tiene un comportamiento lineal en los extremos de las mediciones, por el cual se hace necesario realizar una regresión polinomial de grado 3 por el método de mínimos cuadrados y se organizó la matriz para resolverla por medio del método de Gauss Jordán.

$$\begin{bmatrix} n & \sum x & \sum x^2 & \sum x^3 & \dots \\ \sum x & \sum x^2 & \sum x^3 & \sum x^4 & \dots \\ \sum x^2 & \sum x^3 & \sum x^4 & \sum x^5 & \dots \\ \sum x^3 & \sum x^4 & \sum x^5 & \sum x^6 & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y \\ \sum xy \\ \sum x^2y \\ \sum x^3y \\ \vdots \end{bmatrix}$$

Imagen 3. Matriz de mínimos cuadrados

$$\begin{bmatrix} 5,000 & 17,140 & 59,227 & 206,207 & 24,750 \\ 17,140 & 59,227 & 206,207 & 722,984 & 81,324 \\ 59,227 & 206,207 & 722,984 & 2551,250 & 269,467 \\ 206,207 & 722,984 & 2551,250 & 9055,843 & 900,481 \\ 1,0000 & 0 & 0 & 0 & -168,458 \\ 0 & 1,0000 & 0 & 0 & 170,651 \\ 0 & 0 & 1,0000 & 0 & -52,936 \\ 0 & 0 & 0 & 1,0000 & 5,225 \end{bmatrix}$$

Imagen 4. Solución matriz por mínimos cuadrados

Ecuación de parametrización

La matriz de resultados obtenida al aplicar al aplicar la regresión permite establecer una ecuación parametrizada [10] [11] para obtener un valor fiable en la medición del pH con el sensor E-201 en función del voltaje entregado.

Ecuación 1. Ecuación parametrizada del sensor E-201

$$pH = 5.225v^3 - 52.936v^2 + 170.651v - 168.458$$

La ecuación parametrizada permite obtener valores con el sensor E-201 que se encuentran por debajo del 2% en valores intermedios de pH

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Tabla 8. Errores relativos porcentuales entre HI 991001 y E-201

pH HI 991001	pH sensor E-201	% Error Relativo
2,45	2,65	8,02
3	2,77	7,67
4	4,05	1,14
7	6,98	0,22
8,3	8,30	0,05

Resultados de las mediciones

La grafica del comportamiento del sensor E-201 con respecto al voltaje obtenido por el sensor y la ecuación de parametrización se puede observar en la siguiente imagen.

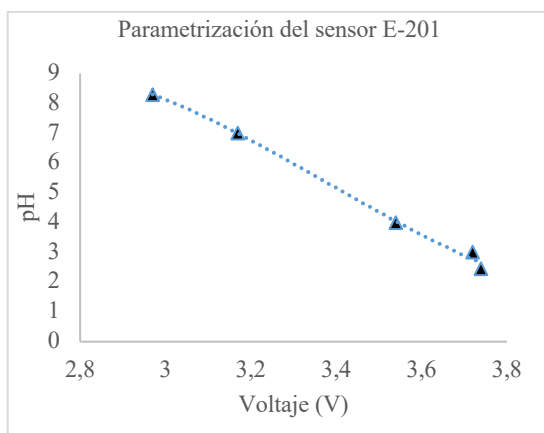


Imagen 5. Grafica de parametrización del sensor E-201

Las mediciones con los buffers son satisfactorias puesto que las mediciones del pH con el sensor E-201 tienen diferencias por debajo del 1.14% para el buffer de 4 de pH y de 0,05% para la medición del buffer de 8.3 de pH.

III. CONCLUSIONES

La calibración de sensores de bajo costo es de suma importancia para la medición adecuada de cualquier tipo de variable que se desea medir, con la finalidad de tener mediciones fiables en comparación con sensores comerciales de alto costo.

La medición de la variable del pH con el sensor E-201 en un amplio rango de medición permite reconocer su comportamiento, si bien en mediciones intermedias su respuesta se aproxima a una línea, en sus valores extremos no tiene el mismo comportamiento.

El método experimental permitió la validación del sensor E-201 para la medición de pH y tener un grado de confiabilidad para las lecturas, lo anterior permite comprobar que el sensor puede ser utilizado para la medición del pH en el agua en presencia de soluciones hidropónicas nutritivas para la producción de Lactuca sativa (lechuga) en ambientes controlados.

El error relativo porcentual obtenido después de la parametrización del sensor E-201 menor del 1.14% en las mediciones de pH en los rangos de 4 a 8.3 permite un alto grado de fiabilidad en la lectura de los datos, lo anterior debido a que el pH idóneo para el cultivo de lechugas hidropónicas debe estar en el rango de 6.0 a 7.0 de pH.

Los sensores de bajo costo se han convertido en herramientas fundamentales para la investigación en entornos académicos universitarios, desde la investigación formativa de semilleros de investigación, a investigaciones académicas de



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

proyectos de investigación con
financiación de recursos.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a todos los participantes del semillero Renovatio de la UNAD por su compromiso y dedicación, en cada uno de los retos y desafíos abordados en las actividades, concursos, talleres y proyectos que se han desarrollado a lo largo de estos 8 años de trayectoria académica.

REFERENCIAS

- [1] A. Lovina y J. Villaverde, «Effect of Lettuce on Different Recirculation Intervals of an IoT-Based Hydroponics System Using Deep Flow Technique,» de *2022 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, Mumbai, 2022.
- [2] S. Pawar, S. Tembe y S. Khan, «Design of an Affordable pH module for IoT Based pH Level Control in Hydroponics Applications,» de *2020 International Conference on Convergence to Digital World - Quo Vadis (ICCDW)*, Mumbai, 2020.
- [3] A. A. Rodriguez Aya, R. H. Polanco Contreras, S. V. Zabala Calderón y J. L. Púa Castro, «Diseño de un prototipo basado en IoT para la medición de residuos orgánicos aprovechables en unidades habitacionales,» *Publicaciones e Investigación*, vol. 16, nº 4, pp. 1-6, 2022.
- [4] A. A. Rodriguez Aya, P. Contreras y R. Hernán, «Diseño de un prototipo de balanza electrónica IoT para la medición de residuos orgánicos aprovechables en unidades residenciales,» de *Ingeniería y Desarrollo en la Nueva Era*, 413, Instituto Antioqueño de Investigación, 2022, p. 404.
- [5] UNIT Electronics, «PH-4502C Sensor de PH Liquido con electrodo E201-BNC,» UNIT Electronics, febrero 2022. Available: <https://uelectronics.com/producto/sensor-de-ph-liquido/>.
- [6] A. A. Rodríguez Aya y J. A. Figueredo Luna, «Incidencia de la movilidad de las personas en la concentración de material particulado PM2. 5 en una zona residencial urbana,» de *Desarrollo e Innovación en Ingeniería*, Medellín, Instituto Antioqueño de Investigación, 2021, pp. 90-96.
- [7] E. Ranchal, «Estudio e implantación de un sistema ERP en una empresa,» Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 2016.
- [8] M. Canales, W. Paucar y N. Juipa, «Método de investigación para ingenierías basado en la metodología de la investigación científica,» *RevIA*, vol. 7, nº 4, pp. 5-9, 2020.
- [9] hannacolombia, «Medidor portátil de pH/Temperatura a prueba de agua,» Hanna Instruments, agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.hannacolombia.com/productos/producto/hi-991001-medidor-portatil-de-ph-temperatura-a-prueba-de-agua>.
- [1] R. H. Polanco Contreras, J. A. Chica
- [0] Garcia, A. A. Rodriguez Aya, J. A. Figueredo Luna y S. M. Velasquez Garcia, «Pruebas Paramétricas En



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Muestreo De Anhídrido Carbónico En Espacio Cerrado Con Circulación Vehicular,» *Documentos de Trabajo ECBTI*, vol. 3, nº 2, pp. 1-12, 2022.

- [11] J. A. Chica Garcia, A. A. Rodriguez Aya, J. A. Figueredo Luna y R. H. Polanco Contreras, «Sistema de monitoreo en tiempo real de gases CO, CO₂, NO_x y PM_{2,5} en la ciudad

de Villavicencio,» de *EXPOTECH 2020*, Bogota, 2020.

- [12] Hanna Instruments, «HI 991001 Medidor portátil de pH/Temperatura a prueba de agua,» Hanna Instruments, agosto 2020. [En línea]. Available: <https://www.hannacolombia.com/productos/producto/hi-991001-medidor-portatil-de-ph-temperatura-a-prueba-de-agua>.



LA ERGONOMÍA EN EL SECTOR PANELERO

ERGONOMICS IN THE PANEL SECTOR

Casanova, Edwin^{1*}, Ospina, Angela², Bernal, Marylin³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Carrera 23F con Diagonal 25F
Barrio Milan, Dosquebradas, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª-26 Barrio San
Simon Parte Baja, Ibagué, Colombia

³Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª -26 Barrio San
Simon Parte Baja, Ibagué, Colombia

*Edwin.casanova@unad.edu.co

Resumen – La producción de panela, es uno de los motores en la producción agrícola de Colombia, sin embargo un alto porcentaje de los procesos realizados en esta actividad, son elaborados de forma artesanal y esto implica un alto riesgo para la salud de los colaboradores, e implica una alta exposición a la ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedad laboral, por tal motivo y al ver la importancia de los factores de riesgo biomecánicos, se decidió estudiarlos con el objetivo de poder cuantificar su impacto en la población que labora en este tipo de actividad económica. A partir de lo anterior se entrevistó al personal de dos trapiches paneleros de corte artesanal e industrial y se recopilaron los resultados de la aplicación del formulario nórdico y actualmente se están haciendo valoraciones con el apoyo de software de material fílmico recopilado.

Palabras clave— colaboradores, factores de riesgo biomecánico, patologías laborales, trapiches paneleros

Abstract - The production of panela is one of the engines of agricultural production in Colombia, however a high percentage of the processes carried out in this activity are elaborated by hand and this implies a high risk to the health of the collaborators, and implies a high exposure to the occurrence of accidents at work and occupational disease, for this reason and seeing the importance of biomechanical risk factors, it was decided to study them with the aim of being able to quantify their impact on the population that works in this type of activity economic. Based on the above, the staff of two artisanal and industrial sugar mills were interviewed and the results of the application of the Nordic form were compiled and assessments are currently being made with the support of software from collected film material.

Keywords— collaborators, biomechanical risk factors, occupational pathologies, sugar mills



I. MATERIALES Y MÉTODOS

El sector panelero, se caracteriza por tener aproximadamente el 90% de su proceso productivo de forma artesanal en el País, la mayoría de los trapiches tienen sus herramientas y equipos elaborados de forma básica e incluso con un alto nivel de intervención de la mano de obra (humana) e incluso en algunos casos con el apoyo de fuerza animal (equina y/o bovina) para la operación del trapiche principalmente. Por tal razón al desarrollar este proceso productivo de forma continua durante la jornada laboral, días, meses e incluso años, puede generar patologías en el personal que labora en la fabricación de panela, especialmente a nivel de factores de riesgo musculoesquelético o biomecánico, sin dejar de lado otro tipo de patologías de tipo (químico – físico – ect). Es por esta razón y evidenciando esta necesidad al observar los trapiches paneleros escogidos por el equipo investigador con los criterios que seleccionados previamente.

Se escogieron dos trapiches uno artesanal y uno de tipo industrial (con sus procesos hechos de forma artesanal), pero por el alto volumen de producción, se puede considerar de forma industrial. El desarrollo de esta fase del proyecto de investigación sobre la identificación de factores de riesgo ergonómico en los trapiches paneleros en el Corregimiento de San Bernardo, ha conestado de varias etapas y para esta ponencia vamos a referirnos a la valoración de los factores de riesgo biomecánico. Se hizo el diagnostico de los factores de riesgo de

tipo musculoesquelético en los trapiches mencionados al inicio de este documento, adicionalmente se aplicó el formulario nórdico para el reconocimiento a mayor profundidad de los cargos y la presencia de posibles molestias por parte de los colaboradores en los miembros superiores e inferiores y que estén afectados por el desarrollo de las labores de producción de panela. Posteriormente se hace la valoración con el apoyo de software para la evaluación ergonómica de los factores de riesgo identificados, como kinovea y ruler, para poder hacer una valoración cuantitativa y poder complementar la cualitativa. Esta valoración se aplicó en todos los colaboradores del trapiche Riochico y en el personal del área sucia (extracción de jugo de caña) de la Hacienda El Escobal del municipio de Ibagué.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos hasta el momento de la escritura de esta ponencia se pueden clasificar en los del Trapiche Riosucio y la Hacienda El Escobal, en la actualidad el equipo investigador se encuentra en la valoración con el apoyo de los software mencionados en la sección de materiales y métodos.

Para el Trapiche Riochico fueron entrevistados 6 colaboradores y para la Hacienda El Escobal 9.

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



Dolor, Incomodidad o Molestias en los
Últimos 12 meses

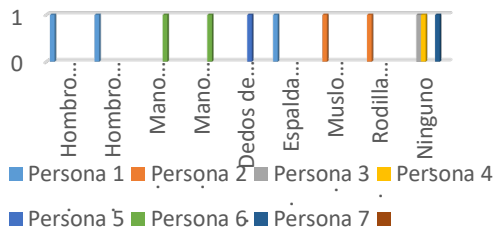


Figura 1. Dolor, Incomodidad o Molestias en los últimos 12 meses

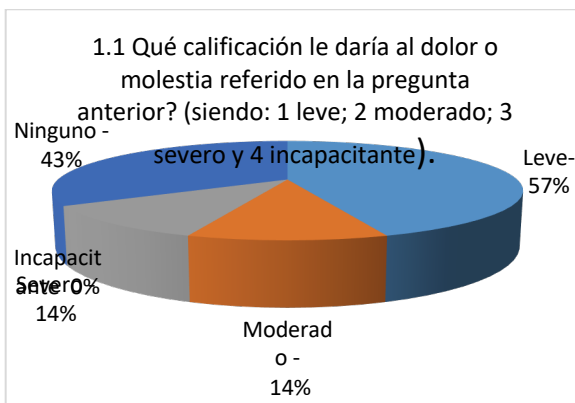


Figura 2. Calificación del Dolor a los colaboradores entrevistados

Como se puede evidenciar en las gráficas anteriores, los colaboradores entrevistados excepto uno del Trapiche Riochico, presentan alguna molestia en alguna de las partes de los miembros superiores e inferiores, sin embargo las molestias generadas, se pueden calificar en moderado y leve, lo que indica que los síntomas pueden intervenir y presentar mejoras en el proceso, que contribuyan a disminuir los factores de riesgo biomecánicos.

4. Señale o de click en las siguientes opciones de respuesta (puede elegir más de una) si ha presentado dolor o molestias durante 15 días continuos en los últimos 12 meses:

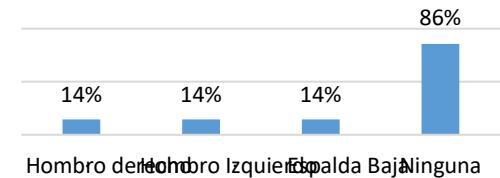


Figura 3. Presencia de dolor molestias durante 15 días seguidos en los últimos 12 meses

En la gráfica anterior, de los 7 trabajadores entrevistados del Trapiche Riochico, han presentado dolores 3 colaboradores por 15 días continuos en los últimos 12 meses y el resto de los colaboradores (6) no presentan ninguna patología.

Es importante resaltar que en el momento de redactar esta ponencia, se encuentran en tabulación los resultados de la Hacienda El Escobal y la valoración con apoyo de los software, por lo tanto se espera tener los resultados completos, para el momento de presentación de la ponencia.

CONCLUSIONES

A partir de la información recopilada y presentada, se puede evidenciar en ciertos colaboradores del trapiche Riochico, manifiestan síntomas de posibles lesiones biomecánicas, generadas por la exposición a factores de riesgo, de esta categoría y que requieren de intervención para poder prevenir la aparición de posibles enfermedades laborales. Por tal razón



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

como resultado del proyecto, se buscan proponer medidas de intervención integrales, para mejorar la salud de los colaboradores.

Se destaca el compromiso que presentan los administradores de los trapiches en la buena disposición al momento de valorar y preguntar a los colaboradores que aceptaron aportar al desarrollo de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos al equipo coinvestigador (docentes y estudiantes) y a los administradores y personal del Trapiche Riochico y la Hacienda El Escobal.

REFERENCIAS

Agencia de Información Laboral (AIL). (20 de diciembre de 2108). Salud laboral en la agroindustria: el desafío de los trabajadores. Obtenido de <https://ail.ens.org.co/noticias/salud-laboral-en-la-agroindustria-el-desafio-de-los-trabajadores/>
Alcaldía del Tolima. (2020). Plan de Desarrollo Municipal Ibagué Vibra 2020 - 2023. Ibagué.
DANE (2020) Empleo informal y seguridad social. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-informal-y-seguridad->

[social#:~:text=La%20proporci%C3%B3n%20de%20ocupados%20informales,metropolitanas%20fue%2047%2C2%25.](#)

Diego-Mas, Jose Antonio. ¿Cómo evaluar un puesto de trabajo?. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 27-10-2020]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/ergonomia/evaluacion.html>

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación del riesgo por las fuerzas ejercidas en el puesto de trabajo o en la utilización de máquinas mediante la norma EN 1005-3. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 27-10-2020]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/fuerzas/fuerza-maxima-ayuda.php>

Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 27-10-2020]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>

Fedepanela. (3 de abril de 2020). Fedepanela.org.co. Obtenido de <https://fedepanela.org.co/gremio/fedepanela-hace-un-llamado-para-que-se-compense-el-esfuerzo-solidario-de-los-paneleros-para-garantizar-el-abastecimiento-con-el-pago-de-un-precio-justo-al-productor/>



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

BEBIDA VINÍCOLA DE ARRACACHA: UN VALOR AGREGADO PARA EL PRINCIPAL PRODUCTO DE LA DESPENSA AGRÍCOLA DE COLOMBIA

ARRACACHA WINE DRINK: AN ADDED VALUE FOR THE MAIN PRODUCT OF THE COLOMBIAN AGRICULTURAL PANTRY

Ospina*, Angela Guerrero, Henry², Muñoz, Elizabeth^{0.3}

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª -26 Barrio San
Simon Parte Baja, Ibagué, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 14 No. 28-45 Sector
Bomboná, Pasto, Colombia

³ Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9ª -26 Barrio San
Simon Parte Baja, Ibagué, Colombia
*angela.ospina@unad.edu.co

Resumen - Cajamarca es conocido a nivel nacional como la despensa agrícola de Colombia por la diversidad de alimentos producidos. El presente proyecto tiene como objetivo principal aprovechar uno de los productos insignias del municipio de Cajamarca para la fabricación de Vino mediante fermentación artesanal. Cajamarca es el primer productor de arracacha a nivel nacional. Este tubérculo es la base de la economía local para los 20.000 mil habitantes de Cajamarca, es consumida en sopas, Sancochos, ajiaco. El 92% de la producción total se vende en fresco, el mayor problema que tiene este tubérculo es que es un producto perecedero y el 50% de su contenido es agua, ya se han dado los primeros pasos para en un futuro poder mejorar las ventas, mediante la transformación industrial de la arracacha en harina para otros usos y en la elaboración de chicha. Quienes produzcan la bebida vinícola, comprarían parte de la cosecha de arracacha garantizando de esta forma un precio estable y justo con los productores, se generarían otras opciones diferentes a la venta en fresco, que es en la forma en la que se comercializa el 90% de la producción total en Cajamarca aproximadamente. En este municipio a la mayoría de sus habitantes les gusta tomar la bebida fermentada que se prepara de esta raíz, sin embargo la desventaja es que la chicha, después de dos días de haberse producido está demasiado acida, y ya no se puede consumir, razón por la cual el vino será una solución para poder tomar la bebida vinícola a cualquier momento del año.

Palabras clave— arracacha, bebida vinícola, propiedades, valor agregado



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

Abstract - Cajamarca is known nationally as the agricultural pantry of Colombia for the diversity of foods produced. The main objective of this project is to take advantage of one of the flagship products of the municipality of Cajamarca for the manufacture of wine through artisanal fermentation. Cajamarca is the first producer of arracacha nationwide. This tuber is the basis of the local economy for the 20,000 inhabitants of Cajamarca, it is consumed in soups, Sancochos, ajiaco. 92% of the total production is sold fresh. The biggest problem with this tuber is that it is a perishable product and 50% of its content is water. The first steps have already been taken to improve sales in the future, through the industrial transformation of arracacha into flour for other uses and in the production of chicha. Those who produce the wine drink would buy part of the arracacha harvest, thus guaranteeing a stable and fair price with the producers, other options would be generated other than selling it fresh, which is the way in which 90% is marketed. of the total production in Cajamarca approximately. In this municipality, the majority of its inhabitants like to drink the fermented drink that is prepared from this root, however the disadvantage is that the chicha, after two days of being produced, is too acidic, and can no longer be consumed, reason for which wine will be a solution to be able to drink a wine drink at any time of the year.

Keywords— arracacha, wine drink, properties, added value

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Cajamarca es un municipio del departamento del Tolima, ubicado sobre la cordillera central. Sus pisos térmicos oscilan desde los 1800 hasta los 3700 mts sobre el nivel del mar, a tan solo 45 minutos de Ibagué. El municipio tiene un área de 516,21 kilómetros cuadrados, de los cuales el 0,2% corresponde al área urbana y el 99,8 % al sector rural (515,20 Km²). En lo referente al uso del suelo, el 23,32% del territorio está dedicado a la explotación agrícola, el 29,85% son pastos para la producción ganadera, el 36,81% bosques y el 9,53% se dedica a otros usos. (Mendoza, 2014). En el municipio de Cajamarca, se cultivan varios productos: café, arveja, frijol, maíz, papa, granadilla, entre otros;

sin embargo el producto representativo es la arracacha.

La arracacha, es un tubérculo utilizado en la cocina como un vegetal de almidón para agregar a sopas, se utiliza para hacer tortillas y es muy usada en las comunidades ancestrales y los campesinos de algunas zonas del país para la elaboración de una bebida fermentada llamada Chicha. En el municipio de Cajamarca se producen algunas variedades conocidas con el nombre de Arracacha común, yema de huevo, Cartagenera y una última variedad llamada R- 22 producida por Agrosavía- Corporación colombiana de investigación.

Para el desarrollo de esta bebida vinícola, se realizaron ensayos con las variedades: común y R22 adicionalmente, se probaron tres tipos de aromáticas para la elaboración de la bebida.



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

La bebida se fermento en botellas de vidrio de cuatro litros y se hizo un orificio en la tapa del frasco, en donde se pone una manguera plástica son silicona para que no ingrese oxígeno. El gas que se emite del proceso de fermentación, llegará a una botella con agua. Se observará que no haya microorganismos y a los 20 días se saca el primer cuncho y se almacena, para que termine el proceso de maduración.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estableció el proceso de validación de la bebida vinícola de arracacha, y se parametrizaron las características organolépticas, para buscar las características fisicoquímicas de la bebida vinícola.

Se desarrollo un vino blanco joven tranquilo, con clasificación de vino semiseco, con grados de alcohol entre 10 – 12 grados, de alcohol etílico.

El vino de arracacha cumple parcialmente con la NTC1244 de 2001, que establece los parámetros para vino de mesa, no se requiere registro Invima y/o registro sanitario, en lo referente a esta etapa de producción, sin embargo si se desea hacer una comercialización en un volumen superior, se debe hacer este tipo de parámetro.

Se pudo así mismo evidenciar que en desarrollo de la bebida vinícola, bajo las condiciones de los laboratorios del Centro Agropecuario de la Granja en el Espinal Tolima, se puede ver que las características organolépticas de la bebida vinícola son más agradables al olfato y al

gusto del catador, que para esta muestra fue el instructor del Sena, que contribuyó en la elaboración de la misma.

PARÁMETROS	VARIEDAD	
	R 22 AGROS AVIA	COMÚN
Peso Inicial (g)	5258	4932
Peso Cáscara	800	656
Peso Arracacha pelada	4643	4093
Rendimiento (%)	88	83
Humedad Arracacha (%)	72.9	64,69
Agua para cocción (lt)	9	9
*Levadura (g)	6	6
° Brix iniciales	6	7
pH inicial	6,24	6,19
**Azúcar (g)	3500	3500
Brix Finales	21	22
Total Volumen	15,5 litros	15 litros

La graduación del nivel de acidez de la bebida vinícola, y por cada 100cc, se presentan 13 grados de alcohol, por lo tanto equivale al 13% de alcohol absoluto.

En lo referente a la acidez, se recomienda tener una acidez alta, que implica un menor riesgo de



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

contaminación microbiana en la bebida, en el caso de la bebida vinícola de arracacha, la acidez implica que de acuerdo con los grados Dornic, se determine un rango entre los 90D y los 93 D, con una acidez de 4,6 y 13,5% grados de alcohol.

Es importante resaltar que la bebida vinícola, está en proceso de mejoramiento, y que con las pruebas que se realicen se pueden dar otros tipos de resultados.

III. CONCLUSIONES

Se comprobó que la mejor forma para tener el mejor rendimiento del mosto, es usando la metodología de la abrasión, para evitar las pérdidas de pulpa del tubérculo.

Se mejoraron las propiedades y el rendimiento del mosto, con el rayado y posterior cocción de la arracacha, debido a que se genera un mayor precipitado y un medio hostil para la actividad fermentativa de las levaduras.

Se concluye que la mejor variedad para realizar el vino a base de arracacha es el R22, ya que se obtiene un aroma más suave y se espera una mejor aceptación por parte del mercado.

Los parámetros de temperatura óptimos para obtener el mosto de arracacha no deben superar los 15 grados Celsius.

En la elaboración del vino, se puede

concluir que en condiciones controladas, la bebida vinícola puede tener mejores propiedades organolépticas, en contraste con la elaboración en condiciones totalmente artesanales.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al tecno parque La Granja del Sena, quienes apoyaron el desarrollo de las pruebas fisicoquímicas de la bebida vinícola de la arracacha.

REFERENCIAS

Leyva, L. F. (10 de noviembre de 2019). Arracacha. Obtenido de <https://www.tuberculos.org/arracacha/> Andreina De Almeida Rodriguez, M. P. (FEBRERO de 2020). ARRACACHA. Obtenido de <https://www.tuasaude.com/es/arracacha/> Jiménez, F. (2005). Características nutricionales de la arracacha (Arracacia Xanthorrhiza) y sus perspectivas en la alimentación. Obtenido de

EXPOTECH 2023

Ciencia, Tecnología e Innovación
al servicio de un futuro ético y
responsable para la industria 5.0

4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia



<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/7123/T-ESPE047365.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Uptc. (2020). Diversidad morfológica y caracteres de selección del germoplasma de arracacha. Portafolio, r. d. (22 de octubre de 2019).

<https://www.portafolio.co/negocios/en-el-pais-se-vende-6-2-billones-en-licores-al-ano-534847>. Obtenido de revista digital PORTAFOLIO: <https://www.portafolio.co/negocios/en-el-pais-se-vende-6-2-billones-en-licores-al-ano534847> Alvaro Alvarado Gaona, L. O. (2010). Scielo. Obtenido de Scielo:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n1/v13n1a14.pdf> CONTRERAS, J. (2 de febrero de 2014). ECOGRAINS. Obtenido de ECOGRAINS:

<https://ecograins.wordpress.com/2014/05/02/caracteristicas-de-la-arracacha/> Dolmar. (2022). Dolmar . Obtenido de clarificación de los vinos sin el empleo de materia primas de origen animal: olmarproductos.com/blog/enologia-2/post/clarificacion-de-vinos-sin-empleo-de-materias-primas-de-origen-animal-13



EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE SEMILLA DE TRES CULTIVARES DE ZAPALLO: Primer ensayo

SEED OIL EXTRACTION FROM THREE CROPS OF SQUASH: First test

Ordóñez, Ginna A.^{1*}, Valdés, Magda P.¹, Pantoja, Denis M.¹, Londoño, Liliana.¹,
Ortiz, Sanin²,

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Cra. 28 #40-56, Palmira,
Colombia

²Universidad Nacional de Colombia, Cra. 32 # 12 - 00, Palmira, Colombia

*ginna.ordonez@unad.edu.co

Resumen – Se presentan los resultados del primer ensayo de extracción de aceite de semilla de zapallo proveniente de tres cultivares comerciales. Se determinó el extracto etéreo inicial mediante la técnica de extracción soxhlet y posteriormente se realizó la extracción mecánica del aceite, a través de una prensa tipo expeler de tornillo sin fin. Los resultados mostraron mejor rendimiento para la extracción de aceite de la semilla de UNAPAL Dorado al obtenerse 60 g de aceite a partir de 200 g de semilla entera.

Palabras clave— agrocadenas, Cucúrbitas, hortalizas, semillas oleaginosas, extracción de aceites.

Abstract - The results of the first squash seed oil extraction test from three commercial cultivars are presented. The initial ethereal extract was determined using the soxhlet extraction technique and then the oil was mechanically extracted using a worm screw expeller press. The results showed a better yield for the extraction of oil from the seed of UNAPAL Dorado when 60 g of oil were obtained from 200 g of whole seed.

Keywords— agribusiness, Cucurbits, vegetables, oilseeds, oil extraction.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: Los experimentos se realizaron en el laboratorio multipropósito de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD Palmira y en el laboratorio de

semillas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Se utilizó la semilla proveniente de tres cultivares comerciales de zapallo *Cucurbita moschata* Duch; UNAPAL Bolo Verde, UNAPAL Dorado y UNAPAL Abanico 75. Para la preparación de la muestra de semilla



4, 5 y 6 de octubre
Barranquilla, Colombia

se realizó limpieza, clasificación y muestreo de cien semillas al azar; se tomaron los datos de longitud, espesor, color aparente de la testa y peso unitario de cien semillas PUS, además se determinó la humedad inicial AOAC (1980).

Se determinó el contenido de extracto etéreo inicial utilizando 5 gramos de semilla, se molieron y se colocaron en un extractor tipo soxhlet con éter de petróleo como solvente, según la técnica 920.39/90 descrita por la AOAC (1990). Posteriormente se realizó la extracción mecánica utilizando 200 gramos de semilla entera, los cuales se sometieron a una prensa de tornillo sin fin tipo expeler, se utilizó una boquilla de salida de 0.7 cm de diámetro a una velocidad constante de 80 m/min para un flujo de extracción media de 2.2 g aceite/min. La capacidad media del equipo fue de 0.7 Kg de semilla/h.

El aceite de semillas finalmente se pesó para determinar el rendimiento (peso semilla/ peso aceite extraído). Todos los ensayos se realizaron por triplicado y se analizaron mediante estadística descriptiva para estimar el potencial de extracción de aceite en cada uno de los cultivares evaluados.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de las características de la semilla de auyama se presentan en la tabla 1. No se evidenció diferencias

significativas en el tamaño de la semilla entre cultivares, siendo longitud máxima de 1,8 cm y el espesor del endospermo de 0,2 cm para UNAPAL Abanico 75, la cual también presentó el mayor PUS de 17,8 g.

Tabla 1. Valores promedio para las características físicas de las semillas de zapallo evaluadas.

Cultivar	Longitud (cm)	Espesor (cm)	Color de Testa	PUS (g)	humedad (%)
Abanico 75	1,0-1,8	0,2	Marrón	17,8	10 ±0,2
Dorado	1,2 - 1,5	0,1	Beige	13,8	11±0,3
Bolo verde	0,9 - 1,3	0,1	Marrón	16,4	13±0,4

* PUS: Peso unitario de cien semillas

Se observó que los tres tipos de semilla se caracterizaron por tener una testa dura y lisa, un reborde (episperma) engrosado, con variación en el color aparente de la testa sólo para la semilla de UNAPAL Dorado.

El contenido de humedad de la semilla varió de 10±0,2 a 13±0,4% entre los cultivares, señalando una humedad óptima para la semilla de Abanico 75, un poco por encima para las de Dorado y Bolo Verde, teniendo en cuenta lo indicado por [1] quienes señalan, que un adecuado beneficio y secado de la semilla oleaginosa garantiza una humedad por debajo del 10% siendo la que mejor favorece las condiciones del proceso de extracción de aceite.



E. Extracción de aceite

El contenido de extracto etéreo inicial en la semilla de cada cultivar fue 36,1%, 30,5% y 31,5% para Abanico-75, Dorado y Bolo verde, respectivamente, señalando su potencial de semilla oleaginosa de acuerdo con lo reportado por [2].

Por otra parte, en la extracción mecánica del aceite se logró un máximo de 60 g en UNAPAL Dorado, a partir de una muestra de 200 g de semilla inicial, esto indicó un rendimiento en la extracción mecánica del 30,1%, en cuanto a Abanico 75 fue de 57 g con 28,1 % de rendimiento y para Bolo verde de 54 g con un rendimiento de 27,8%, en general con pocas diferencias notables en todas las muestras evaluadas (Figura 1).

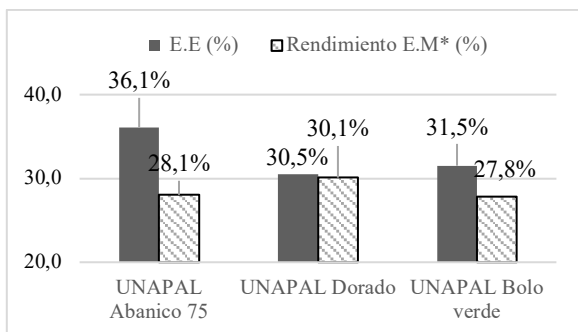


Figura 1. Valores promedio para el extracto etéreo inicial EE (%) y el rendimiento de la extracción mecánica *EM (%).

Al comparar el contenido inicial de aceite y el rendimiento de extracción se logró determinar que el cultivar UNAPAL Dorado, presentó un

mejor comportamiento respecto a los otros dos para este ensayo, debido a que su comportamiento en la prensa es deseable desde el punto de vista de la eficiencia en la extracción. De acuerdo con [3] se logró una mayor cantidad de aceite en gramos y esto está representado en el rendimiento obtenido, lo cual es dependiente de la capacidad de operación del equipo de extracción.

III. CONCLUSIONES

La semilla de los tres cultivares evaluados presentó características físicas deseables en el proceso de extracción mecánica, además su contenido inicial de extracto etéreo superó el 30%. Las condiciones de extracción fueron óptimas mostrando el potencial de extracción para obtener aceite a través de prensado mecánico. Se recomienda avanzar en la investigación para establecer diferencias estadísticas que permitan la elección de la mejor semilla y consecutivamente evaluar la calidad del aceite.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Convocatoria interna No. 11 de 2022 de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por la financiación del proyecto PSIIN0801ECBTI2023 Extracción, identificación y cuantificación de ácidos grasos en semillas de tres cultivares de zapallo *Cucurbita moschata* Duch. Y a la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira por su rol de coinvestigador para la presentación



de estos resultados parciales.

REFERENCIAS

- [1] Gomes, D. P., França, É. G., Costa, A. R. S., Cinara da Conceição, S. S., & da Silva, D. N. (2022). Influencia del Almacenamiento en las Cualidades Sanitarias y Fisiológicas de las Semillas de Girasol. Cuadernos de Agroecología, 17(2).
- [2] Goñas, K., & Bernal, W. (2019). Caracterización químico nutricional

de tres semillas de oleaginosas disponibles en la región Amazonas. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, 2(3), 24-28. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i3.600>

[3] Ordóñez, G., Londoño, M., Valdés, Ortiz, S. y Vallejo, F. (2014). Extracción mecánica del aceite de semillas de zapallo *Cucurbita* Spp. RFNA. Medellín 67(2) Supl. 2. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/issue/view/5130>