



MEMORIAS: EXPOTECH 2022

**“Industria 4.0 para la
innovación, la educación, el
emprendimiento y el
desarrollo regional”**

COMPILADORES

Leidy Johana Gómez Sampedro

Leonardo Bonilla Ramírez

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 2022

“Industria 4.0 para la innovación, la educación, el emprendimiento y el desarrollo regional”

Compiladores:

Leidy Johana Gómez Sampedro

Leonardo Bonilla Ramírez

Comité Científico: 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, Ronald Joanny Rojas Alvarado, Rafael Ricardo Rentería Ramos, Sandra Marcela Bustacara, Juan Carlos Vesga Ferreira, Vanessa Pertuz, Sixto Enrique Campaña Bastidas, Diana Marcela Cardona Román, Jheimer Julián Sepúlveda, Diana Carolina Herrera, Rafael Andrés Ramírez Alvarado, Martha Viviana Zuluaga Rojas, Néstor Fabián Gorrón Gómez, Ilber Darío Saza Garzón, José Miguel Herrán, Margarita María Pineda Romero, Darío José Delgado Quintero, Abel Anibal del Rio, Marha Catalina Ospina, Jhon Fernando Sánchez Álvarez, Harold Emilio Cabrera, Edgar Andrés Villabón Aldana, Albeiro Cuesta Mesa, Paula Andrea Méndez, Gerardo de Jesús Becerra Becerra, Pilar Alexandra Moreno, Mónica Andrea Rico Martínez, Fausto Miguel Castro, Carlos Alberto Vera, Andrés Alejandro Díaz, Linda Bibiana Rocha, Héctor Andrés Bucheli

ISSN:

©Editorial

Sello Editorial UNAD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Calle 14 sur No. 14-23

Bogotá D.C

Marzo de 2023



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional](#).

CONTENIDO

Eje 1- Tecnologías de la industria 4.0: Potenciando la competitividad desde las redes de valor

Implementación de un modelo de atención de telemedicina en la categoría de telexperticia para el hospital la Divina Misericordia y sus sedes de atención.

Alonso, Jair, Ochoa, Mauricio

Vigilancia de la Cryptosporidium y Giardia en la calidad del agua para consumo en Colombia.

Marimón Sibaja, Karen Vanessa, Guzmán Barragán, Blanca Lisseth, Marin Idarraga, Diego Alberto, Guzmán Barragán, Yessica Lorena, Leal Valero, Diana Carolina

Diseño de una red de telecomunicaciones para la zona del corregimiento Cauca – Cartago.
Perea, Wilson, Cervelión, Alvaro, Parra, Héctor

Control monofásico para un sistema de energía eléctrica y térmica.

Vega-Velásquez, Brayan, Torres-Payoma, Freddy, Ramírez-Alvarado, Rafael

Caracterización estructural de óxido de zinc obtenido por el método de precursor polimérico para aplicaciones en fotovoltaica.

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

Revisión sistemática del estado del arte de la criptográfica cuántica, sus usos y aplicaciones.
Cardona John Harrison, Vargas Joel Carroll

Diseño para prototipos de Internet de las Cosas aplicado a cultivos aeropónicos
Parra, Héctor, Tapias, Juan

Aplicación de la metodología gestión de procesos de negocios BPM en el procedimiento administración del riesgo en la UNAD CCAV Pasto
Bolaños, Mónica

Implementación de una Red Neuronal Convolucional para la Detección de Residuos Orgánicos Reutilizables.

Moreno, Zalma, Vargas, Miguel, Torres, Freddy

Identificación de las variables prevalentes para el diagnóstico de enfermedad cardiovascular en el departamento de Sucre.

Carrascal-Porras, Fernando-Luis, Arrubla-Hoyos, Wilson-de-Jesus, Florez-Priás, Luis-Alfonso, Chica-Medrano, Daniel-Francisco

Programación de producción con tiempos de configuración dependientes de la secuencia:
caso estudio de una prensa flexográfica banda angosta

Gil Castellanos, Luis Eduardo, Anaya Barbosa, Alfonso de Jesús, Barrios Montes, Erik Miguel, Diaz Martínez, Fernando José

Modelo matemático de un problema de nesting usando paráolas separadoras.
Peralta, Jeinny

Desarrollo de una biblioteca de productos naturales aislados y caracterizados de especies vegetales estudiadas en la región del eje cafetero, Colombia

Rodríguez-Pérez, Johny Roberto, Cortes-Hernández, Héctor Fabio, Valencia-Sánchez, Hoover Albeiro

Análisis comparativo de la anotación putativa de metabolitos con datos de LC/MS-MS
Ceja-García, Erendira, Sepúlveda-Salazar, Cristhian Yulian, Zuluaga, Martha

Metodologías ágiles: una muestra de productividad en el desarrollo de software
Velez Posso, Diana Marcela, Padilla Ortiz, Jhoan Sebastian, Cortes Algeciras, Wcdaly, Sepulveda Lopez, Jheimer Julian

Implementación de algoritmo en máquina de estados para el monitoreo y control de un sistema multisensorial de gases

Flórez Martínez, Alexander, Vargas Flórez, Jesús Omar, Pérez Waltero, Harold Esneider

Sistema de alertas tempranas de bajo coste en IOT con análisis de datos en la nube.
Bermúdez Betancur, Carlos Hernán

Tecnología autónoma solar: Monitoreo de variables climáticas para cultivos de café en el departamento del Cauca

Rivera, Jaime, Torres Guzmán, Margoth Lorena

Eje 2: Responsabilidad industrial, social y sustentable

Síntesis y Caracterización de complejos de rutenio con ligantes N-heterocíclicos, Evaluación catalítica en reacciones de alquilación de metilcetonas.

Castañeda Trujillo, L. Diana, Jaramillo, Frey R., Osorio, Carlos A, Cuenú, Fernando, González, Cristian A

Supramolecularidad de isómeros de nitrofenilmaleimidas con carboximetilcelulosa “CMC”.
Montoya, Maribel, Valencia, Hoover, Cortés, Héctor

Desarrollo de dispositivo Dip Coating IoT de bajo costo para la fabricación de películas delgadas para futuras aplicaciones fotovoltaicas.

Martinez Gomez, Jeison Stiven, Torres Guzmán, Margoth Lorena

Ruta Competitiva para el Fortalecimiento del Producto de Aviturismo en el Departamento del Magdalena.

Mejía Álvarez Delvis del Socorro, Fandiño Isaza, Jesús Rafael, Pinzón Candelario Fanny, Ortiz Restrepo Lilibeth Lilian del Carmen

Emprendimiento social para el programa jóvenes solidarios de la fundación ecomujer en paipa-boyacá-colombia.

Fraile Benítez Ana Mercedes, Barrera Tamayo, Libia Alejandra, Camacho Ruiz, Lida Marlen

Desarrollo de marca distintiva como Innovación comercial de productos cosméticos

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

Implementación de Sistema productivo y de e-commerce de prototipos de lámparas de resina inspiradas en la naturaleza y cultura del Tolima.

Henao Ocampo, Erika Viviana, Arevalo, Natalia Molina

Nutrimetabolómica del aceite de *Sacha inchi* (*Plukenetia volubilis*)

Orozco, Mara Isabel, Torres, Jeanellys

Caracterización uso de herramientas tic en microempresas metalmecánicas provincias Tundama y Sugamuxi, incentivando innovación y alineación con el clúster

Rincón, Nidia, Fraile, Ana, Garzón, Sonia

Producción de hongo orellana (*Pleurotus ostreatus*) sobre residuos agrícolas y pastos generados en la comunidad de Obonuco – Nariño production of Orellana

Vasquez-Garci, Andrea, Obando, Gabriel Andrés, Benavides-Palacios, Diana, Jojoa, Henry Fabián

Incidencia de la Contaminación por *Bacillus Cereus*, en los Procesos Industriales de Fabricación de Harinas de Arroz (*oryza sativa*) y Trigo (*Triticum spp*) a Nivel Global.

Ríos Robayo, Wilson Ricardo, Marín Idárraga, Diego Alberto, Méndez González, Alejandro

Cálculo del coeficiente de transmisión en cristales fotónicas 1d mediante el método de la matriz de transferencia

González, Luz E, Tapas, Juan Esteban

Estudio técnico para la producción de adoquines a partir de la reutilización del polietileno de baja densidad

Sanchez-Echeverri, Luz Adriana, Tovar-Perilla, Nelson Javier, Suarez-Puentes, Juana-Gisella

Caracterización estructural de óxido de zinc obtenido por el método de precursor polimérico para aplicaciones en fotovoltaica

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

Diseño de un plan estratégico de marketing digital para la empresa

Perfect Nails

Rubiano Pimiento, Kevin Stiven, Aguilar Villalba, Lucia Esmeralda, Molina Arevalo, Natalia, Ospina Oviedo, Angela María

Control biológico en plantas aromáticas y medicinales. Una revisión

Tenjo, Dolly

Eje 3: Tecnologías y herramientas innovadoras en educación

Ciencia, tecnología e innovación en la escuela militar de suboficiales “SARGENTO INOCENCIO CHINCÁ”

Barrero, Julian, Hernández, Monica, Salazar, Sebastián

Elementos para la construcción de una herramienta tecnológica de apoyo en la transición a una educación virtual

Monroy, Juan, Moreno, Pilar

El juego como estrategia para fortalecer las competencias del pensamiento lógico y del razonamiento cuantitativo en tiempos de pandemia

Salas, Carlos, Trujillo, Nayives

Experiencia significa de investigación en el desarrollo de un modelo de identificación y seguimiento de automóviles y motociclistas para la medición de variables de tráfico a través de inteligencia artificial en ciudades inteligentes

González, Ricardo, García, Sandra, Mateus, Paola

Implementación didáctica del proyecto World Pendulum Alliance para la enseñanza de la física en la institución educativa Antonio Roldan Betancur

Castillo Gamba Edgar, Torres-Payoma, Freddy

Modelo dinámico de gestión de relaciones de los clientes para mitigar la deserción estudiantil. caso: Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia

Romero, Mariano

Modelado de Items de Razonamiento Cuantitativo bajo el enfoque del diseño basado en evidencias para las pruebas Saber T&T y Saber Pro.

Zabaleta, Randy, Fortich, Jessica, Fuentes, Luis

MLABNARIÑO – Proyecto Laboratorio Molecular con TIC

Campaña Bastidas, Sixto Enrique, Rosero Rolando Rigoberto, Vallejo Ana Isabel

Humanización de la educación virtual en pensamiento lógico matemático.

Martínez Baez, Ciro Efraín, Dominguez Bonilla, Sandra J, Castaño, Carolina, Gómez Argote, Mireya

Sistema de apoyo a la Gestión de Registros Calificado

López Ortiz Iván Arturo, Hernando José Peña Hidalgo, Alexandra Aparicio

Desarrollo de un aplicativo web para la integración y uso del laboratorio remoto World Pendulum Alliance

Torres-Payoma, Freddy, Cruz-López, Carlos

La internacionalización de la educación y la implementación del experimento remoto World Pendulum

Triana-Ortiz, Karla Nathalia, Herrera-Muñoz, Diana Carolina, Torres-Payoma, Freddy-Alexander, Neira-Quintero, Laura Daniela

El pensamiento complejo, un reto contemporáneo para la comprensión de la realidad

Torres, Johanna Marcela

Experiencia de aula: herramienta de inteligencia artificial para fortalecer el aprendizaje autónomo de las matemáticas

Cortés, Leidy Vanessa

Identificación de las principales herramientas para la solución de las falencias en la gestión de apoyo vocacional de educación superior a los jóvenes rurales

Alvarez, Daniela, Toro, Edward

Sistema de reconocimiento de emociones aplicado a estudiantes de educación media (sr-emoción)

Santacruz Madroñero, Amanda Milena, Campaña Bastidas, Sixto Enrique, Espinilla Estevez, Macarena, Mendez Porras, Abel

Gestión de la innovación y el emprendimiento en las Instituciones de Educación Superior en Colombia

Henao, Juliana, Naranjo, Paula, Naranjo, Ana, Olascoaga, Junior

Relación de causalidad entre una metodología de enseñanza innovadora y las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas en estudiantes de básica y media

Jiménez, Lucero, Bernal, Andrés



Eje 1 - Tecnologías de la industria 4.0: Potenciando la competitividad desde las redes de valor

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE ATENCIÓN DE TELEMEDICINA EN LA CATEGORÍA DE TELEXPERTICIA PARA EL HOSPITAL LA DIVINA MISERICORDIA Y SUS SEDES DE ATENCIÓN

IMPLEMENTATION OF A TELEMEDICINE CARE MODEL IN THE TELEXPERTICIA CATEGORY FOR LA DIVINA MISERICORDIA HOSPITAL AND ITS CARE HEADQUARTERS

Alonso, Jair^{1*}, Ochoa, Mauricio²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Cl. 14 Sur # 14-23, Bogotá, Colombia

² Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Cl. 14 Sur # 14-23, Bogotá, Colombia

*jamachado@unad.edu.co

Resumen - En este artículo se presenta la implementación de herramientas y métodos asociado a la telemedicina, bajo la modalidad de telexperticia del *hospital la divina misericordia*, mostrando los beneficios tanto para el hospital, eps y para los pacientes al implementar un modelo de atención de telemedicina que brinde una atención oportuna y de calidad a las personas de la ciudad de Magangué y otras de la zona de influencia del Hospital, que surgió a partir de la dificultad que enfrentan los pacientes en el acceso directo a los servicios médicos por diversas situaciones que se presentan, ya sean económicas, sociales, geográficas, etc.

De igual manera se pretende identificar y exponer los beneficios que brindara el hospital la divina misericordia al convertirse en importante referente del sur de bolívar en la salud digital, para brindar a los habitantes de las regiones más apartadas de esta zona del departamento.

Palabras clave— Modelo de atención, salud digital, telecomunicaciones, telemedicina, telexperticia, teleconsultorio.

Abstract - This article presents the implementation of tools and methods associated with telemedicine, under the modality of teleexpertise of the, under the teleexpertise modality of the divine mercy hospital, showing the benefits for both the hospital, eps and patients by implementing a telemedicine care model that provides timely care. and quality to the people of the city of Magangué and others in the area of influence

of the Hospital, which arose from the difficulty faced by patients in direct access to medical services due to various situations that arise, whether economic, social, geographical, etc.

In the same way, it is intended to identify and expose the benefits that the divine mercy hospital will provide by converting the great reference of southern Bolívar into digital health, to provide the inhabitants of the most remote regions of this area of the department.

Keywords— Care model, digital health, telecommunications, telemedicine, teleexpertise, teleconsultation.

I. Una visión global a la telemedicina

La telemedicina se define como la provisión de servicios médicos a distancia haciendo uso de las tecnologías de la información y comunicación.

Este concepto procede del vocablo griego “tele” que traduce “distancia” y “medicina” que es la atención médica que se presta a los pacientes, entonces la telemedicina es la atención de pacientes de manera no presencial donde se emplean métodos y tecnologías que ayudan a la atención y diagnósticos adecuados.

Se dice que la primera vez que se hizo telemedicina fue con la aparición del teléfono, donde se presentó de que un médico fue consultado vía telefónica sobre una patología médica sufrida por un paciente y el médico consultado utilizando la tecnología de información y comunicación de la época, ósea el teléfono, realizó la anamnesis, posterior tratamiento y recomendaciones sobre la enfermedad del paciente.[1]

II. Telemedicina en América Latina

Actualmente en América Latina hemos visto un gran cambio en cada uno de los sistemas de salud de los países que la conforman, esto ha sido posible en gran parte a la llegada de la telemedicina, y está acogida de la telemedicina

por cada país de América Latina ha sido un beneficio en la atención de los pacientes más que todos los que están ubicados en lugares o poblaciones geográficamente de difícil acceso y se les dificulta el poder recibir servicios médicos. [2]

La Organización Panamericana de la Salud /Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) apoya la comunicación a distancia a través de su programa de Colaboración Virtual capacitando en el conocimiento y el uso de medios diferentes medios virtuales y colaborando con aquellos que necesiten utilizar estos medios para llevar el conocimiento en salud donde más lo necesitan. Internamente para mantener reuniones a distancia, la OPS cuenta en la actualidad con más de 900 salas virtuales, que sus funcionarios utilizan para brindar cooperación técnica. [3]

2.1 Cual ha sido el avance de la telemedicina en América Latina?

Los primeros avances en proyectos de telemedicina, se han dado a finales de los 80, principios de los 90 y entrados los 2000, los proyectos de telemedicina que surgieron en América Latina y el Caribe fueron inicialmente dados por estrategias individuales de cada región, ya sea de instituciones privadas, o de profesionales independientes que se interesaron en integrar herramientas informáticas al campo de la telemedicina con el fin de ayudar y brindar oportunidad a cada habitante de sus regiones sobre poder gozar del derecho a la salud. [4]

2..1.1 Telemedicina en Cuba

En Cuba, desde 1998, el Ministerio de Salud ha decidido abordar, junto al consorcio electrónico SIME, el despliegue de la Red de Telemedicina para el Sistema Nacional de Salud, apoyado en la Red de Telecomunicaciones Médicas, INFOMED, que brinda el soporte de telecomunicaciones necesario para el tráfico de información, basado en los sistemas PATRIS y REX, fabricado por EICISOFT.[5]

2.1.2 Telemedicina en Chile

En Chile se han realizado interesantes experimentos, entre otros, la Universidad Católica, con el Dr. Mena y el Dr. Badía, quienes realizaron transmisión de rayos X, toma de imágenes de biopsias y un experimento con máquina de ultrasonido, utilizada por un médico inexperto, consultado a distancia por un obstetra.[6]

2.1.3 Telemedicina en Colombia

Colombia se preparó para el cambio y el Ministerio de la Protección Social emitió la Resolución No. 1448 del 8 de mayo de 2006, que define las condiciones de calificación de los prestadores de servicios de salud según la telemedicina, definiendo su alcance y finalidad, la definición de la institución remisora, centros de referencia, mensajes de datos, firmas digitales y condiciones para el registro de las organizaciones o sistemas autorizados el derecho a prestar los servicios anteriores. [7]

Así mismo, el Ministerio de Educación Nacional, a través del Instituto Colombiano de Desarrollo, Ciencia y Tecnología “Francisco José de Caldas” - COLCIENCIAS, ha emitido una convocatoria de apoyo a la investigación, desarrollo e innovación tecnológica utilizando infraestructura y servicios de la red nacional de avanzada tecnología (Renata), donde Telemedicina califica entre cinco proyectos financiados. [8]

III. NORMATIVIDAD EN COLOMBIA

Figura 1. Marco legal de telemedicina en



Colombia.[9]

La prestación de servicios médicos a través de la telemedicina en cualquiera de sus modalidades de prestación de servicios es reglamentada al igual que cualquier otro servicio médico que sea prestado.

La prestación de servicios de salud por telemedicina en cualquiera de sus categorías no exime a ninguna institución o profesional médico, de las exigencias de las buenas prácticas, ni de ninguna garantía médico-legal, por lo que no hay razón para rebajar sus estándares de calidad y responsabilidad durante la atención de pacientes.

- Resolución 2654 de 2019

“La presente resolución tiene por objeto establecer las disposiciones y parámetros de telesalud para la implementación de la telemedicina, sus categorías, el uso de los medios tecnológicos, la calidad y seguridad de la atención, así como de la información y los datos.[10]

- Resolución 3100 de 2019

“por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud”.[11]

IV. MODELO DE ATENCION POR TELEMEDICINA DEL HOSPITAL LA DIVINA MISERICORDIA Y SUS SEDES DE ATENCION.

Para el proyecto de atención de pacientes por servicios de urgencias, intrahospitalarios y consulta externa, la institución hospital la divina misericordia adopto la categoría de telexperticia, en sus modalidades de sincrónica y asincrónica, siendo la modalidad sincrónica la principal y primera alternativa, buscando a través del modelo sincrónico que permite la interacción en tiempo real entre medico y paciente, se genere una mayor satisfacción, credibilidad y confianza en la manera de atención por telemedicina.

Figura 2. Modelo de atención consulta



ambulatoria hdm [12]

Figura 3. Ruta para la tele atención de pacientes ambulatorios. [13]

4.1. Teleconsultas ambulatorias entre un profesional y un no profesional de la salud

El hospital la divina misericordia ha acogido para las atenciones por consulta externa, la modalidad de atención sincrónica, la cual genera más confianza entre los pacientes ya que esta permite la interacción en tiempo real entre médico y paciente.

En esta actividad se tiene en los teleconsultorios acondicionados para telemedicina del prestador remisor a una auxiliar de enfermería entrenada en la parte asistencial y tecnológica para que la tele atención sea muy dinámica y precisa. En la telexperticia sincrónica del hospital la divina misericordia, el médico de referencia inicia de

manera remota con la entrevista al paciente, se toman signos vitales y medidas antropométricas por parte de la auxiliar de enfermería, así mismo, en los casos que por la atención se requiera usar equipos biomédicos de telemedicina para mejorar la pertinencia en atención por parte del médico de referencia, se realiza dicha actividad.



Figura 4. Teleatencion ambulatoria [14]

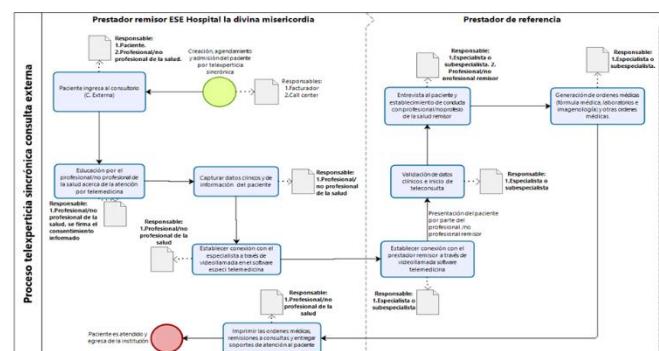


Figura 5. Otoscopia Teleconsulta ambulatoria [15].

4.1.2 Telemedicina en los servicios de urgencias y hospitalarios del hdm.

Las categorías de telemedicina para los servicios de urgencias y hospitalarios utilizada en el hospital la divina misericordia en su modelo de atención es Telexperticia en el método de comunicación sincrónica y asincrónica entre dos profesionales de salud. Para ello se hace uso de equipos tecnológicos y de biomédicos, que generan captura de datos clínicos de los pacientes, haciendo la toma de decisiones de los profesionales de referencia más acertada y de mayor calidad.

4.1.2.1 Estación de telemedicina

La estación de telemedicina del hospital la divina misericordia, es un carro médico móvil el cual cuenta con equipos biomédicos y tecnológicos capaces de transmitir variables fisiológicas a los profesionales de salud de referencia, los médicos generales son los encargados de capturar estos datos según requerimiento en la atención; se pueden tomar signos vitales y medidas antropométrica, auscultar a distancia corazón y pulmones, visualizar oído, nariz garganta, tomar fotos de lesiones de la piel macro o microscópicas, entre muchas otras variables que se pueden capturar con los equipos.



Figura 6. Teleinterconsulta a través de la estación de telemedicina. [16]

V. CONCLUSIONES

En virtud de lo argumentado, podemos concluir que la implementación del modelo de atención en salud por telemedicina propuesto por la institución hospital la divina misericordia ayuda a mejorar la calidad de la salud y vida de los habitantes de Magangué y zonas aledañas que consultan la institución en busca de servicios médicos. Estas mejoras se ven reflejadas en la oportuna y calidad en la prestación de servicios médicos especializados y subespecialidades a sus pacientes.

Los pacientes de Magangué y las zonas rurales aledañas ya no tendrán que esperar demasiado tiempo por una cita médica, ya que el hospital con su proyecto de telemedicina asegura un grupo de especialistas y subespecialistas que podrán atender de manera casi que inmediata a los pacientes. Ya no será necesario la remisión de

pacientes a otras ciudades, puesto que a través de telemedicina se podrá contar con las especialidades y subespecialistas que sean requerida por la comunidad, lo que ayuda económicamente un poco a los pacientes ya que no será necesario gastar su dinero en ir a otras ciudades o recibir servicios médicos que antes no se podían tener en Magangué.

En síntesis, los pacientes de Magangué y zonas aledañas son beneficiados con este proyecto que busca poder entregar calidad de servicio y oportunidad a todas las especialidades y subespecialidades médicas, tanto en la consulta externa como también en los servicios intrahospitalarios.

Como consecuencia del gran éxito del proyecto de telemedicina, el hospital la divina misericordia buscara convertirse en el gran hospital digital del sur de Bolívar, cuyo objetivo es llevar la salud hasta cada población alejada de esta parte del departamento, dándole a sus habitantes la oportunidad de contar con servicios médicos especialidades en sus comunidades evitándoles traslados hasta Magangué u otras ciudades.

REFERENCIAS

- [1] CÁCERES-MÉNDEZ, Edward A., et al. Telemedicina: historia, aplicaciones y nuevas herramientas en el aprendizaje. Universitas Médica, 2011, vol. 52, no 1, p. 11-35.
- [2] CHUEKE, Daniela. Panorama de la telemedicina en américa latina. España: Publicaciones de la Asociación Iberoamericana de Telesalud y Telemedicina, 2015.
- [3] convocatoria energía sostenible y su aporte a la planeación minero energética-2020, el ministerio de ciencias, tecnología e innovación MINCIENCIAS
- [4] CHUEKE, Daniela. Panorama de la telemedicina en américa latina. España: Publicaciones de la Asociación Iberoamericana de Telesalud y Telemedicina, 2015.
- [5] JORGE FERNÁNDEZ, Miriam; MÉRIDA HERNÁNDEZ, Rosa. Telemedicina: futuro o presente. Revista Habanera de Ciencias Médicas, 2010, vol. 9, no 1, p. 0-0.

- [6] COSOI, P., et al. Telemedicina en el Mundo. Revista chilena de pediatría, 2002, vol. 73, no 3, p. 300-301.
- [7] MATIZ CAMACHO, Hernando. El futuro de la medicina con equidad en Colombia: La Telemedicina. Revista Colombiana de Cardiología, 2007, vol. 14, no 1, p. 1-8.
- [8] DE CALDAS, Francisco José. Informe de gestión. 2020.
- [9] Propia
- [10] Resolución 2654 de 2019. Congreso de la República de Colombia, Bogotá, Colombia, 3 de octubre de 2019
- [11] Resolución 3100 de 2019. Congreso de la República de Colombia, Bogotá, Colombia, 25 de noviembre de 2019.
- [12] Propia
- [13] Propia
- [14] Propia
- [15] Propia
- [16] Propia

VIGILANCIA DE LA *CRYPTOSPORIDIUM* Y *GIARDIA* EN LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO EN COLOMBIA

SURVEILLANCE OF CRYPTOSPORIDIUM AND GIARDIA IN THE QUALITY OF WATER FOR CONSUMPTION IN COLOMBIA

Marimón Sibaja, Karen Vanessa^{1*}, Guzmán Barragán, Blanca Lisseth², Marin Idarraga, Diego Alberto¹, Guzmán Barragán, Yessica Lorena², Leal Valero, Diana Carolina²,

¹Universidad Nacional abierta y a Distancia, Calle 34 No 9a –
26, San Simón, Ibagué, Tolima, Colombia

²Universidad de Ciencias Aplicadas
(UDCA), Bogotá, Colombia

*karen.marimon@unad.edu.co

Resumen - *Cryptosporidium spp.* y *Giardia spp.* causan enfermedades zoonóticas, varios brotes notificados se han asociado con el agua. Las formas de quiste infeccioso (oo) de estos parásitos son altamente resistentes a los tratamientos de agua como la coagulación, sedimentación, filtración y desinfección con cloro. El objetivo de este estudio fue la evaluación cuantitativa del riesgo de infección por la ingestión de concentraciones de *Giardia spp* y *Cryptosporidium spp* en agua para consumo humano. Se estudió la base de datos de monitoreo de protozoos que realiza la vigilancia de la calidad del agua en Colombia. El diagnóstico se realizó según el método USEPA 1623. Los datos de concentración de los diferentes sitios de captación se agruparon por patógeno y tratamiento (sin tratamiento; con tratamiento). Se identificó la presencia de protozoos en 40 (8.8%) muestras de 487, la presencia de *Cryptosporidium spp* se identificó en 28 (6.2%) muestras y *Giardia spp* en 29 (6.4%), en 3.5% (16) muestras que presentaron ambos parásitos.

Palabras clave— Colombia, Protozoarios, Salud pública, Vigilancia

Abstract - *Cryptosporidium spp.* and *Giardia spp.* cause zoonotic diseases, several reported outbreaks have been associated with water. The infective cyst (oo) forms of these parasites are highly resistant to water treatments such as coagulation, sedimentation, filtration, and chlorine disinfection. The objective of this study was the quantitative evaluation of the risk of infection by the ingestion of concentrations of Giardia

spp and *Cryptosporidium* spp in water for human consumption. The protozoa monitoring database that monitors water quality in Colombia is studied. The diagnosis was made according to the USEPA 1623 method. The concentration data of the different catchment sites were grouped by pathogen and treatment (without treatment; with treatment). The presence of protozoa was identified in 40 (8.8%) samples of 487, the presence of *Cryptosporidium* spp was identified in 28 (6.2%) samples and *Giardia* spp in 29 (6.4%), in 3.5 % (16) samples that presented both parasites

Keywords—Colombia, Protozoa, Public health, Surveillance

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Bases de datos

Las autoridades sanitarias de Colombia realizan actividades de vigilancia de la calidad del agua siguiendo con las directrices establecidas por la Resolución 2115 del 2007, en el cual se establecen la características, frecuencias y número de muestras analizadas en los sistemas de abastecimientos según la población atendida. Para realizar el monitoreo rutinario de *Cryptosporidium* y *Giardia* en los sistemas de acueductos, se debe realizar un estudio previo sobre las posibles fuentes de contaminación por protozoarios en las fuentes de abastecimiento y la confirmación de la presencia de *Cryptosporidium* y *Giardia*, tomando una muestra de agua de la fuente de abastecimiento y de la red [1]. Los datos analizados en este estudio, se obtuvieron a partir de la base de datos del monitoreo de protozoarios del Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP), en la cual se reportan los resultados de la vigilancia de la calidad del agua para consumo en los diferentes territorios.

Análisis de *Cryptosporidium* y *Giardia*

En Colombia las autoridades sanitarias realizan la identificación de *Cryptosporidium* y *Giardia* mediante la metodología EPA 1623 de 2012 filtración, separación inmunomagnética (IMS) y análisis por microscopía de Inmunofluorescencia (FA), adoptada por el Grupo de Parasitología del INS [2]. Para el análisis

se requiere un volumen mínimo de 10 L, las muestras deben ser conservadas y refrigeradas a 1-10°C, transportadas al Instituto Nacional de Salud o a los laboratorios de referencia de la Red de Laboratorios de Salud Pública. El método se realiza mediante filtración con el uso de un filtro con tamaño de poro de 1 µm, elución o extracción de los quistes y ooquistas mediante uso de buffer indicado, concentración mediante centrifugación y posterior separación inmunomagnética (IMS) con perlas magnéticas recubiertas con anticuerpos. Los Ooquistes y quistes se identifican mediante tinción de fluorescencia con isocianato de fluoresceína (FITC), 4'-6-diamino2-fenolindol (DAPI) y microscopía de contraste de interferencia diferencial (DIC), (INS, 2018). Para garantizar la confiabilidad de los análisis de la calidad del agua realizados en los laboratorios regionales y locales, el sistema de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano cuenta con el Programa Interlaboratorio de Control de Calidad de Aguas Potables (PICCAP). El programa evalúa continuamente la calidad analítica de los diferentes laboratorios encargados de los análisis parasitológicos del agua para consumo humano, con base en los lineamientos de las normas NTC-ISO/IEC 17025:2005 y NTC-ISO/IEC 17043:2010 [3].

Análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo retrospectivo de los resultados de la identificación de *Cryptosporidium* y *Giardia* en agua de sistema de abastecimiento por la vigilancia sanitaria. Se analizaron 452 muestras de agua reportadas al

SIVICAP entre 2014 y 2018, considerando variables de procedencia, frecuencia, fuente de abastecimiento, proceso de desinfección, coagulantes y tratamiento. El análisis consideró los valores de referencia establecidos en la Resolución 2115/2007, la cual indica un valor aceptable para *Giardia* de cero (Oo) Quistes y para *Cryptosporidium* debe ser de cero (0) Ooquistes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre el 2014 y 2018, la autoridad sanitaria procesó 452 muestras para la identificación de Oo (quistes) de *Cryptosporidium* y *Giardia* en agua de diferentes sistemas de acueductos en Colombia. Las muestras colectadas provenían de 206 municipios, 18,7% de la cobertura municipal del país, de las cuales un 26,1% provenían de la zona rural y 73,9% de la zona urbana. Del total de muestras analizadas 97,3% procedían de fuentes de agua tratada y 2,7% no tratada. El 100 % de las muestras reportaron procesos de desinfección con Cloro, y el 82,2% las muestran reportan procesos de coagulación. Por otro lado, las muestras provenían principalmente de sistemas de abastecimientos que captan el agua de quebradas (62,8 %), ríos (22,2%), pozos (3,8 %), nacimientos (3,8 %), embalses o represas (3,4 %), lagunas (1,3), 3 % provenían de dos fuentes rio y quebrada. Considerando el lugar de toma, el 96,7% de las muestras fueron recolectadas en la red de distribución y el 3,3% en el domicilio, los puntos fueron conectados con los acueductos en un 52,2%.

El reporte anual fue irregular, en el año 2014 se analizaron 42 muestras, 2015 (132), 2016 (88), 2017 (48) y en 2018 (142). La frecuencia de recolección en el periodo estudiado, evidencia que en 129 municipios (63 %) se recolectó una muestra, 48 (23,3%) dos muestras, 23 (11,2 %) y en cinco municipios (2,5 %) se tomaron más de 4 muestras en el quinquenio, también se identificó un municipio con 129 muestras en total, el cual es de categoría poblacional alta.

Se identificó la presencia de (Oo) quistes de *Cryptosporidium* y *Giardia* en el 8,8 % (40) de

muestras analizadas a una concentración de 0,1 - 25,2 por litro, de las cuales en el 6,2% (28) se identificó la presencia de Oo quistes de *Cryptosporidium* y en el 6,4% (29) presencia de quistes *Giardia*, y tan solo un 3,5% (16) muestras presentaron ambos parásitos. Los resultados según el tratamiento del agua evidencian un porcentaje significativo de muestras de agua tratadas positivas a protozoarios, el 5,9% reportaron presencia de quistes y 5,4% presencia de Ooquistes, los resultados para las muestras no tratadas muestran que el 25 % fueron positivas para Ooquiste y quistes respectivamente, sin embargo, fueron analizadas pocas muestras no tratadas (ver Tabla 1 y 2). El análisis de las muestras positivas para protozoarios evidencia que el 100 % (37) de las muestras reportaron desinfección con Cloro, el 69,4 % reportaron procesos de coagulación.

En países en desarrollo donde existe una alta incidencia de enfermedades parasitarias y escaso acceso a datos, así como a tecnologías diagnósticas, la vigilancia de protozoarios en el agua puede ser una herramienta valiosa para la prevención de enfermedades [4]. En la a vigilancia de (Oo) quistes *Cryptosporidium* y *Giardia* en el agua de Colombia se evidencia una baja representatividad asociada al plan de muestreo, se observó que 206 (18,6%) municipios realizan vigilancia de protozoarios y solo cinco (3%) municipios realizaron por lo menos una muestra anual evidenciando una baja frecuencia del muestreo. La normatividad colombiana establece el estudio previo de protozoarios a partir de una muestra o dos según la población en fuente de abastecimientos y en red, para la definición del muestreo rutinario de los protozoarios por parte de autoridades locales. La carga ambiental de (Oo) quistes en fuentes hídricas es discontinua considerando las actividades pecuarias y climáticas [5], diversos estudios afirman que se requiere un análisis mensual inicial para conocer las condiciones generales de la concentración de protozoarios en el agua, considerando los patrones estaciones y hídricos, datos revelan que puede existir una variación de año en año, sin embargo, los patrones estacionales serán similares [6,7] . Estudios en Colombia han identificado falencias en el monitoreo de

contaminantes químico basado en el análisis de una muestra para definir parámetros de vigilancia rutinaria [8], por la tanto, es importante reevaluar la frecuencia del muestreo de protozoarios, para establecer muestreos más eficientes.

Los resultados de este análisis muestran la presencia protozoarios en agua de consumo humano, tanto en agua tratada como no tratada, lo cual representa un riesgo para la salud de los colombianos. En la región sur este del país, en el departamento de Nariño se analizaron 110 muestras de aguas tratada y no tratada, detectándose *Giardia duodenalis* en el 31.8% de las muestras y *Cryptosporidium spp* en 8.2% [9]. En el Quindío se analizaron 38 muestras de agua de acueductos por técnicas de PCR identificando *Cryptosporidium parvum* en el 21% de la muestras analizadas, *Cryptosporidium hominis* en 10.5%, *Giardia duodenalis* en 5.2% y *Giardia duodenalis* en 13.1% [10], sin embargo se requieren más estudios sobre el tema.

En Colombia existe una diversidad de fuentes de abastecimientos de agua para consumo humano, que abarca sistemas de tratamientos convencionales y comunitarios, en los que se han reportado debilidades en los tratamientos del agua, así como falta de calidad del agua lo que pude predisponer a la presencia de protozoo en el agua de consumo [11]. El uso de desinfectantes alternativos ha mostrado buenos resultados en la eliminación de (Oo) quistes, el dióxido de cloro por ejemplo, demostró que puede inactivar el 90%, dosis bajas de ultravioleta (UV) (1–9 mJ/cm²) inactivan 2–4 log₁₀ (99–99.9%) y el ozono a dosis (0.3–1 mg/L) inactiva hasta 99% [12]. La microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis también han mostrado eficiencia para la eliminación, los poros para la microfiltracion y ultrafiltración para tratamiento de agua son de 0.01 a 0.5 µm, mientras que la nanofiltracion está 0.001 µm y la osmosis en 0.0001 µm [13]. Estas alternativas, sin embargo, requieren de tratamientos previos, coagulación y clarificación, y son de alto costo [13].

En países en desarrollo es esencial reforzar la necesidad de promover planes de seguridad del agua (PSA), que permiten la evaluación y gestión de los riesgos de manera integral, abarcando todas

las etapas del sistema de abastecimiento, desde la cuenca de captación hasta su distribución al consumidor [5]. Así mismo, se debe promover estrategias de buenas prácticas agrícolas y pecuarias para minimizar el contacto directo del ganado con fuentes aguas superficiales, entre ellos desinfección y secado de corrales de animales, eliminación o inactivación de estiércol, prevención de la escorrentía en alojamiento de animales, aislamiento de animales enfermos y realizar un control acceso del ganado a los cuerpos de agua puede reducir significativamente la contaminación [14]. Por último, es, es vital fortalecer las acciones de higiene y prevención de enfermedades en las comunidades, así como fomentar técnicas de tratamiento de agua complementario en los hogares.

Tabla 1. Porcentaje de muestras de *Cryptosporidium* y *Giardia* positivas agua tratada, Colombia, 2014-2018.

Año	Agua Tratada				
	Total Muestra	<i>Giardia</i>		<i>Crypto</i>	
		Positiva	(%)	Positiva	(%)
2014	42	2	4,8	1	2,4
2015	130	4	3,1	3	2,3
2016	86	1	1,2	3	3,5
2017	48	6	12,5	8	16,7
2018	134	13	9,7	10	7,5
Total	440	26	5,9	25	5,7

Tabla 2. Porcentaje de muestras de *Cryptosporidium* y *Giardia* positivas agua tratada, Colombia, 2014-2018.

Año	Agua no Tratada				
	Total Muestra	<i>Giardia</i>		<i>Crypto</i>	
		Positiva	(%)	Positiva	(%)
2014	0	NR	NR	NR	NR
2015	2	0	0	1	50
2016	2	2	100	2	100
2017	0	NR	NR	NR	NR
2018	8	1	12,5	0	0

Tota 1	12	3	25	3	25
-----------	----	---	----	---	----

P/2011%20Manual%20toma%20de%20muestras%20agua.pdf

II. CONCLUSIONES

Son varias las limitaciones de los sistemas de vigilancia de los protozoos en países en desarrollo y en América Latina, muchos de los brotes por protozoos en agua no se informan ni se detectan. Por lo cual, estudios que permitan evaluar y fortalecer los sistemas de vigilancia son fundamentales. El presente estudio avanza en la necesidad de establecer un monitoreo más eficiente y estandarizado entre regiones, avanzar en el análisis de viabilidad y efectividad por los sistemas y la adopción de metodologías más acorde a contexto socio-económico, técnico y operativo, así como promover acciones de prevención enfocadas en tratamientos de agua, buenas prácticas tanto agrícolas como pecuarias y en la educación sanitaria.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo financiero de la Universidad de Ciencias Aplicadas (UDCA).

REFERENCIAS

- [1] Colombia. Decreto 1575 del 9 de mayo de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Diario Oficial 46623. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia; 2007. (Decree 1575 of May 9, 2007, which establishes the System for the Protection and Control of the Quality of Water for Human Consumption. Official Gazette 46623. Bogotá: National Press of Colombia; 2007).
- [2] Instituto Nacional de Salud, 2018. Guía para la vigilancia por laboratorio de Giardia y Cryptosporidium en muestras de agua. Instituto Nacional de Salud. Bogotá DC. Available online: <https://www.ins.gov.co/buscadoreventos/Informacin%20de%20laboratorio/Gu%C3%A1da%20para%20la%20vigilancia%20por%20el%20laboratorio%20de%20Giardia%20y%20Cryptosporidium.pdf>
- [3] Instituto Nacional de Salud, 2014. Guía del participante en el programa interlaboratorios de control de calidad de aguas potables – PICCAP. Instituto Nacional de Salud, Bogotá DC. Disponible online: <https://www.ins.gov.co/sivicap/Documentacin%20SIVICA>
- [4] Rosado-García, F. M., Guerrero-Flórez, M., Karanis, G., Hinojosa, M. D. C., & Karanis, P. (2017). Water-borne protozoa parasites: The Latin American perspective. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 220(5), 783–798. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.03.008>
- [5] World Health Organization (2010). Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: Metodología Pormenorizado De Gestión De Riesgos Para Proveedores De Agua De Consumo (Vol. 390). World Health Organization.
- [6] Efstratiou, A., Ongerth, J., Karanis, P., 2017. Evolution of monitoring for Giardia and Cryptosporidium in water. Water Res. 123, 96–112. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.06.042>
- [7] Ongerth, J., 2016. Cryptosporidium and Giardia in Water--Reassessment of Occurrence and Significance. J. Environ. Eng. 143. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0001161](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001161)
- [8] Guzmán, B., Rivillas, M., Villegas, M., Medina, J., 2020. Presence of pesticides, mercury and trihalomethanes in water supply in Ibagué, Colombia: threats to human health. Ambient. e Agua - An Interdiscip. J. Appl. Sci. 15, 1. <https://doi.org/10.4136/amb-agua.2477>
- [9] Sánchez, C., López, M.C., Galeano, L.A., Qvarnstrom, Y., Houghton, K., Ramírez, J.D., 2018. Molecular detection and genotyping of pathogenic protozoan parasites in raw and treated water samples from southwest Colombia 1–11.
- [10] Triviño-valencia, J., Lora, F., Zuluaga, J.D., Gomez-marin, J.E., Triviño-valencia, J., 2016. Detection by PCR of pathogenic protozoa in raw and drinkable water samples in Colombia. Parasitol. Res. 117, 1789–1797. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-4917-5>
- [11] Guzmán, B.L., Nava, G., Díaz Bevilacqua, P., 2015. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbilidad en Colombia, 2008–2012. Biomédica 35, 177–190. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
- [12] Betancourt, W.Q., Rose, J.B., 2004. Drinking water treatment processes for removal of Cryptosporidium and Giardia 126, 219–234. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.09.002>
- [13]. Omarova, A., Berndtsson, R., Kalishev, M., Sharapatova, K., Tussupova, K., 2018. Protozoan Parasites in Drinking Water: A System Approach for Improved Water, Sanitation and Hygiene in Developing Countries. Int. J. Environ. Res. Public Health 15. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030495>

EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional

[14] Carmena, D., 2015. Waterborne transmission of Cryptosporidium and Giardia: detection , surveillance and implications for public health Waterborne transmission of Cryptosporidium and Giardia : detection , surveillance and implications for public health.



DISEÑO DE UNA RED DE TELECOMUNICACIONES PARA LA ZONA DEL CORREGIMIENTO CAUCA – CARTAGO

DESIGN OF TELECOMMUNICATIONS NETWORK FROM LANE CAUCA TO CARTAGO

Perea, Wilson¹, Cervelión, Alvaro², Parra, Héctor³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Dirección, Medellín, Colombia

² Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Pasto, Colombia

³ Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Dirección, Ibagué, Colombia

*wapeream@unal.edu.co

Resumen - El acceso a internet se convirtió en una necesidad fundamental para el desarrollo socioeconómico y educativo de una población, la falta de acceso a la conectividad ha generado grandes brechas digitales, especialmente en la población que se encuentra en zonas rurales, generando una desventaja socioeconómica, cultural y educativa.

Este proyecto propone soluciones de última milla que permitan conectividad de internet al corregimiento Cauca del municipio de Cartago, a partir de identificar la necesidad de uso de servicios multimedia en la población objetivo, para realizar el análisis de los proveedores de internet disponibles en la zona, el ancho de banda necesario para la conectividad, las tecnologías de redes de acceso disponibles, y se determina la conectividad que mejor se ajuste a las características geográficas según la recolección de información que se tome en el estudio geográfico de la zona rural.

Se establece el diseño lógico y físico para la red, para realizar las simulaciones del comportamiento y funcionamiento de la conectividad, adicionando la distribución de la cobertura de la red en el corregimiento cauca, y poder tener gestión y monitoreo de la red y los equipos, para tomar acciones preventivas y correctivas en la red.

Finalmente establecer un presupuesto del requerimiento que implica implementar la conectividad y comparar el presupuesto de una red alternativa que permita generar conectividades mediante otra estructura de red de acceso, y así concluir dependiendo de la zona las ventajas y desventajas que implica cada red, y el impacto que genera en la zona.

Palabras clave—Monitoreo, Radioenlace, red comunitaria

Abstract - Internet access has become a fundamental need for the socioeconomic and educational development of a population, the lack of access to connectivity has generated large digital gaps, especially in the population that is in rural areas, generating a socioeconomic, cultural disadvantage. and educational.

This project proposes last mile solutions internet connectivity to the Cauca lane and Cartago, based on identifying the need for the use of multimedia services in the population, to carry out the analysis of internet

providers available in the area, the bandwidth necessary for connectivity, the available access network technologies, and the connectivity that best fits the geographical characteristics is determined according to the collection of information taken in the geographical study of the rural area.

The logical and physical design for the network is established, to carry out the simulations of the behavior and operation of the connectivity, adding the distribution of the coverage of the network in the cauca corregimiento, and to be able to have management and monitoring of the network and the equipment, to take preventive and corrective actions on the network.

Finally, establish a budget of the requirement that implies implementing connectivity and compare the budget of an alternative network that allows to generate connectivities through another access network structure, and thus conclude, depending on the area, the advantages and disadvantages that each network implies, and the impact that it generates in the area.

Keywords— Monitoring, Radio link, community network

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el corregimiento Cauca del municipio de Cartago Valle del Cauca cuenta con una red de telecomunicaciones móviles, pero no cuenta con una infraestructura de red de telecomunicaciones fijas, esto implica que solo dependen de la red telefónica celular dificultando la conectividad de muchas personas que no cuentan con los recursos o la tecnología para tener acceso a estos servicios, negando el beneficio que trae acceder a la información que hay en el internet [1] y entorpeciendo el desarrollo económico y sociocultural de la región.

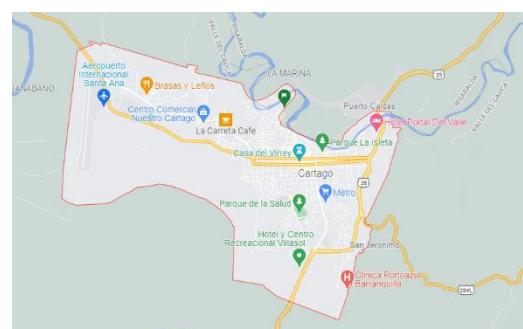
El diseño de redes de telecomunicaciones comunitarias para el corregimiento Cauca perteneciente a la zona rural del municipio de Cartago de escasos recursos económicos, tiene el propósito de ofrecer, a estas comunidades, acceso a contenidos digitales como internet, la enciclopedia virtual, la emisora y llamadas de uso gratuito y sin restricción desde sus hogares para que siempre tengan la información al alcance de su mano.

Mediante soluciones de conectividad se pretende realizar un modelo de infraestructura de red, para verificar las conectividades de diferentes proveedores de servicios con diversas tecnologías

y topologías de red y realizar un estudio de viabilidad técnica y financiera que determine los costos menores al implementar una red de acceso.

II. LOCALIZACIÓN

El municipio de Cartago se encuentra ubicado al norte del departamento del Valle del Cauca a orillas del río de la vieja, cerca de la ciudad de Pereira capital del departamento de Risaralda como se puede verificar en la figura 1.





Cartago, como es el aeropuerto Santa Ana, y es uno de los corregimientos más aislados que tiene el municipio. Cuenta con familias de los 500 habitantes del lugar aproximadamente, pocos visitan el sitio o tan siquiera conocen este rincón rodeado por árboles, río y silencio, pues para llegar a éste hay que tener un vehículo particular o caminar hora y media. Ningún transporte público presta sus servicios a esta zona rural de la Villa. Hasta hace diez años estudiar era una aventura para los jóvenes bachilleres que no tenían cómo salir [2].

En el corregimiento Cauca, hay cuatro puntos estratégicos que generan aglomeraciones de personas constantemente, adicionalmente se encuentran ubicados en zonas distribuidas de forma que pueden generar una cobertura de red que abarque gran parte del corregimiento de Cauca. Estos puntos estratégicos son: el Centro médico, la cancha deportiva, la institución académica y conjunto residencial.

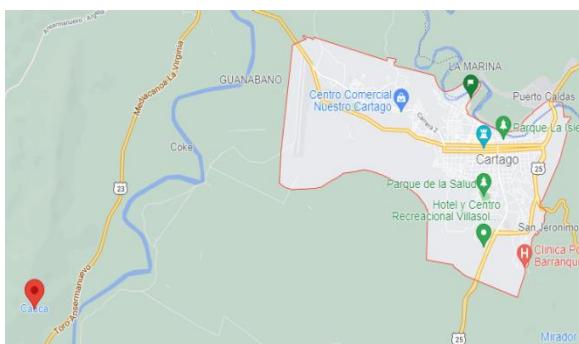


Figura 2. localización Vereda Cauca

El fin de suministrar el servicio de internet a la comunidad, es brindarle la oportunidad de que puedan acceder desde dispositivos móviles y computadores que cuenten con servicio WiFi a los beneficios que trae el poder navegar en internet, esto implica que puedan acceder a contenido multimedia como lo es el video, la música y todo tipo de consulta que requiera el usuario

III. DISEÑO

Para el diseño de la red de radio enlace es necesario calcular el presupuesto de potencia para un enlace punto a punto, teniendo en cuenta las

ganancias y pérdidas desde el radio transmisor a través de cables, conectores y espacio libre hasta el receptor, además estimar el valor de potencia del radio enlace necesarias para el diseño y elección del equipamiento correcto [3].

La trayectoria del enlace (Figura 3) de red por medio de radio frecuencia es un enlace punto a punto directo, se calcula la distancia correspondiente desde el punto inicial en el municipio de Cartago hasta el punto final que corresponde al corregimiento Cauca.

Según la Resolución 711 de 2016 de la Agencia Nacional del Espectro estableció las bandas frecuencia de libre uso dentro del territorio nacional, también la resolución, se determina el límite de potencia o intensidad de campo para cada rango de frecuencias. Las bandas de 2400 a 2483.5 MHz denominada como banda de 2.4GHz, de 5725 a 5850 MHz denominada como banda de 5.8GHz y 24.05 a 24.25 GHz denominada como banda de 24GHz, con uso más común en el territorio nacional (Avance Jurídico, 2019) [4].

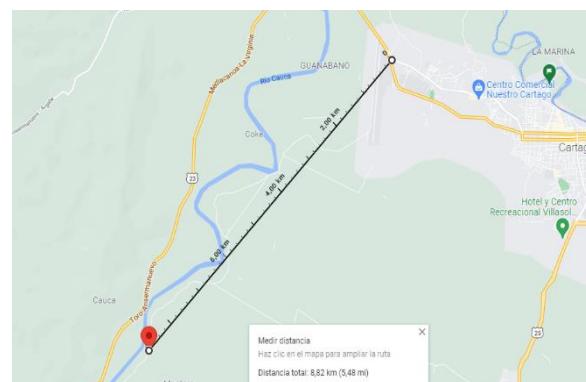


Figura 3. Trayectoria enlace Vereda Cauca - Cartago

Teniendo en cuenta la distancia del recorrido del enlace lo cual es de 8.82 km, las bandas 2,4 GHz, 5GHz y 24GHz tienen buen rendimiento para distancias inferiores a 50 km

A. Estructura lógica

Se realiza el diseño lógico (Figura 3) y gráfico de la estructura de la red realizando una simulación,



para verificar el comportamiento funcional de la conectividad y la distribución de las direcciones IP hacia los equipos de los usuarios.

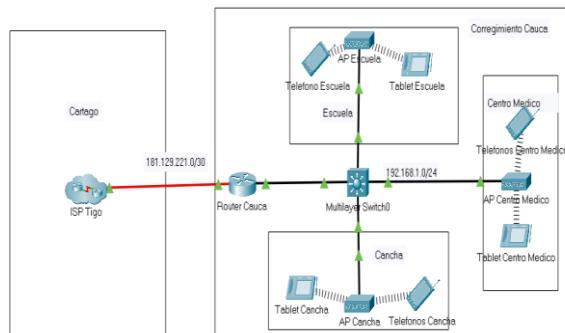


Figura 4. Diseño lógico de la red

B. Estructura Física

Mediante la estructura física del diseño de la red se visualiza una perspectiva del enlace desde el municipio de Cartago hasta el corregimiento Cauca, para verificar la viabilidad del diseño de la red y el comportamiento de los equipos al ser simulados, para la conectividad entre los sitios correspondientes (Figura 5).



Figura 5. Diseño Físico de la red

C. Gestión y monitoreo

El modelo de gestión FCAPS permite generar un monitoreo constante del funcionamiento del sistema de la red, con el fin de tomar acciones correspondientes según los eventos que se produzcan en la infraestructura de la red con respecto a los equipos y los servicios [5].

Mediante herramientas de software se puede monitorear la infraestructura de la red con el fin de recolectar información, modificar la

configuración, generar reportes, gestionar cambios y tomar acciones correctivas con respecto a los fallos que se pueden presentar en la red.

Nagios es un sistema de monitorización de redes, es de código abierto, es usado para verificar el comportamiento de equipos y servicios que se deseen vigilar [6]

IV. CONCLUSIONES

La importancia de adquirir los requerimientos de las necesidades de la población objetivo genera una visión más clara para el diseño assertivo de la solución, que puede reducir la brecha digital que se encuentra en el corregimiento Cauca, con el fin de estructurar una red utilizando los recursos de conectividad disponibles en la zona más cercana y llevar a cabo la transmisión de la información y la conectividad hasta la zona objetivo.

el diseño de la red de conectividad mediante radio enlace es el más adecuado para transmitir el servicio de internet desde Cartago(valle) hasta el corregimiento Cauca, adicionalmente la tecnología de acceso mediante radio enlace permite enlaces de punto a multi puntos, esto abre la posibilidad de poder lograr conectividades hacia otros corregimientos cercanos que tampoco cuentan con el servicio de internet, reduciendo en gran parte los costos que implica generar cableados de fibra óptica hacia los demás corregimientos.

La red de acceso inalámbrica ha demostrado ser una herramienta muy útil al abarcar una cobertura local amplia, permitiendo que la señal de la red llegue a los usuarios destino permitiendo que el diseño de la distribución de la red alcance al mayor número de personas posibles, aunque esto puede variar de los múltiples obstáculos tales como, paredes árboles, etc.

Las simulaciones del comportamiento de la red mediante múltiples softwares permiten verificar como es el comportamiento del sistema según el diseño, esto permite tener una visión general del

funcionamiento de la conectividad, adicionalmente mediante los softwares de monitoreo se puede verificar la gestión y el funcionamiento de los equipos con el fin de tomar acciones preventivas y correctivas que se pueda generar en el proceso de funcionalidad del servicio.

Los proyectos de telecomunicaciones tienden a ser costosos debido a la implementación, instalación y mantenimiento de la red y los equipos, adicionalmente la mano de obra y el personal requerido genera un gran aumento en el costo del valor del proyecto, se evidencia en gran parte que la red de radio enlace genera menos costo en maquinaria de transporte y menor labor físico en mano de obra, a diferencia de la fibra óptica, esto es debido a que el cableado de fibra óptica es de poste a poste en lo posible, en cambio la red por radio enlace no requiere medio cableado para transmitir la información.

REFERENCIAS

- [1] "En Colombia el 50% de los hogares no tiene internet - En Colombia el 50% de los hogares no tiene internet". MINTIC Colombia. <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/MinTIC-en-los-medios/92615:En-Colombia-el-50-de-los-hogares-no-tiene-internet> (accedido el 21 de julio de 2022).
- [2] "Cauca, corregimiento del norte del Valle que está a la espera del progreso". elpais.com.co. <https://www.elpais.com.co/valle/cauca-corregimiento-del-norte-del-que-esta-a-la-espera-del-progreso.html> (accedido el 9 de junio de 2022).
- [3] Guest. "Radio Enlace - VSIP.INFO". vsip.info. <https://vsip.info/radio-enlace-10-pdf-free.html> (accedido el 2 de agosto de 2022).
- [4] "Normograma del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [RESOLUCION_ANE_0711_2016]". https://normograma.mintic.gov.co/mintic/docs/resolucion_ane_0711_2016.htm (accedido el 14 de julio de 2022).
- [5]"Introducción a FCAPS: ¿Qué es y cómo funciona? - SGRwin". SGRwin. <https://www.sgrwin.com/es/introduccion-a-fcaps-que-es-y-como-funciona/> (accedido el 2 de agosto de 2022).
- [6] "¿Que es Nagios?" NORTH NETWORKS | Seguridad para Infraestructuras de TI. <https://www.north-networks.com/que-es-nagios/> (accedido el 3 de agosto de 2022).

CONTROL MONOFASICO PARA UN SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TERMICA

MONOPHASE CONTROL FOR AN ELECTRICAL AND THERMAL POWER SYSTEM

Vega-Velásquez, Brayan^{1*}, Torres-Payoma, Freddy¹, Ramírez-Alvarado, Rafael¹

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) – ECBTI Bogotá. Colombia

*bnvegav@unadVirtual.edu.co

Resumen – El objetivo de este proyecto corresponde al desarrollo de un sistema de control monofásico para los procesos de generación de energía eléctrica como alternativa resiliente en el ámbito ambiental y busca aportar a la necesidad de producir electricidad a partir de fuentes limpias y renovables. Esta alternativa emplea biomasa proveniente del lactosuero y estiércol bobino, para generar energía térmica que permite accionar un motor que opera por compresión y expansión cíclica para la obtención de energía eléctrica.

Como resultado de esta investigación se obtuvo un sistema de control electrónico monofásico que transforma la energía térmica producida por el motor en energía eléctrica, de forma adicional este sistema cuenta con un diseño de sensado aplicando con distintos dispositivos electrónicos que permite medir las variables de temperatura (°C) y voltaje (V) que se consideraron fundamentales para el funcionamiento del prototipo que a la fecha cuenta con un nivel de maduración TRL6. En cuanto a la temperatura de operación del prototipo se estableció un equilibrio a 45 °C, produciendo un voltaje medido entre 4 - 20V.

Palabras clave— control automático, diseño de sistemas, tecnología electrónica, telemática, energía de la biomasa, biogás.

Abstract - The objective of this project corresponds to the development of a monophase control system for electric power generation processes as an environmentally resilient alternative and seeks to contribute to the need to produce electricity from clean and renewable sources. These alternative uses biomass from whey and bovine manure to generate thermal energy to drive an engine that operates by cyclic compression and expansion to obtain electricity.

As a result of this research, a monophase electronic control system was obtained that transforms the thermal energy produced by the engine into electrical energy. Additionally, this system has a sensing design applied with different electronic devices that allow measuring the variables of temperature (°C) and voltage (V), these variables were considered fundamental in the operation of the prototype with TRL6 maturity level. As for the operating temperature of the prototype, an equilibrium was established at 45°C, producing a voltage measured between 4 - 20V

Keywords— *automatic control, system design, electronic technology, telematics, biomass energy, biogas.*

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de transición energética en el mundo corresponde a una necesidad sentida, que debe ser atendida con diversos procesos de investigación que permitan establecer alternativas para la sostenibilidad energética de la sociedad humana [1]. Mediante este estudio planteamos como una posible alternativa la combustión de gas metano proveniente de la digestión de estiércol bovino y lactosuero generados por la actividad agroindustrial local del municipio de Sopó departamento de Cundinamarca – Colombia. Se estima un gran potencial con estos residuos de acuerdo con los reportes establecidos en el Atlas de Biomasa Residual de Colombia realizado en 2014 [2], que indican una producción de 99.168.608 [t/año] de estiércol y según el DANE una producción de lactosuero para 2016 de 827.596 t [3].

Es importante mencionar que el estiércol corresponde a una fuente de almacenamiento de CO₂ significativa, siendo entre 21 y 310 veces mayor al que se generaría mediante la combustión de metano, se sabe que quemar 1 tonelada de metano equivale a eliminar 24 toneladas de CO₂[4].

No obstante, la generación de energía mediante estos mecanismos requiere la implementación de sistemas de control, que permitan monitorear la producción de biogás (principalmente gas metano) [5] que corresponde al insumo de ignición para la activación del generador eléctrico, el flujo de gas, la temperatura y el voltaje producido por el sistema. Se identificó que son pocos los estudios referentes a estos procesos, por ejemplo, el realizado por Yatim y colaboradores en 2018 [6], quienes trabajaron con un motor Gamma V2-6 Stirling con una capacidad 10kW, que fue alimentado con biogás, proveniente de un digestor anaeróbico que brindaba 60.000BTU/h equivalente a 17 kW. En este estudio desarrolló un sistema de control de flujo de calor en la cámara de combustión debido

a la inestabilidad del flujo y en el estudio de Caetano y colaboradores de 2022, se estableció que, si el biogás está compuesto por un 60% de metano y el motor Stirling se calienta a 1000 K, se necesitan 26 vacas lecheras para producir 2.089 kW de potencia del eje o 50 kWh por día, con 325 litros de agua y 325 kg de tasa de alimentación de biomasa en un biodigestor con una capacidad de 11,3 m³ [7].

De acuerdo con la información anterior es importante verificar las variables mencionadas y la operatividad del sistema para las condiciones del área de estudio en el municipio de Sopó-Cundinamarca, que permitan a futuro elaborar sistemas autónomos de cogeneración que aporten a la consecución de fuentes alternas, limpias y sostenibles de energía para el país.

El presente trabajo, resalta el proceso final de generación de energía eléctrica a partir de un motor Stirling que será controlado por variables normalmente físicas traducidas a variables normalmente eléctricas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

- *Materiales*

Para el desarrollo del prototipo se realizó una vigilancia tecnológica que permitió seleccionar los sensores acordes con las necesidades del proyecto.

A continuación, se presentan los esquemas electrónicos de los sensores aplicados al Sistema de cogeneración y el controlador utilizado para la construcción del prototipo.

Sensor DHT11

Nombre del sensor: DHT 11	
Descripción	Voltaje de Operación: 3V - 5V DC
Rango de medición de temperatura:	0 a 50 °C
Precisión de medición de temperatura:	±2.0 °C

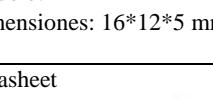


Resolución Temperatura: 0.1°C
Rango de medición de humedad: 20% a 90% RH.
Precisión de medición de humedad: 5% RH.
Resolución Humedad: 1% RH

Tiempo de sensado: 1 seg.
Interface digital: Single-bus (bidireccional)

Modelo: DHT11
Dimensiones: 16*12*5 mm Peso: 1 gr.

Datasheet



2. Sensor de Voltaje M30131

Nombre del sensor: Sensor de Voltaje M30131
Descripción
Rango de entrada de voltaje VCC: DC 0-25V
Rango de detección de voltaje VCC: DC 0.02445V – 25V
Resolución analógica de voltaje: 0.00489 V
Voltaje detección entrada máximo: 25V ($5V \times 5 = 25V$) o 16.5v ($3.3V \times 5 = 16.5V$)
Tipo de salida: Analógica
Con orificio de sujeción
Tiene un conector block de dos tornillos para medir tensión
Datasheet

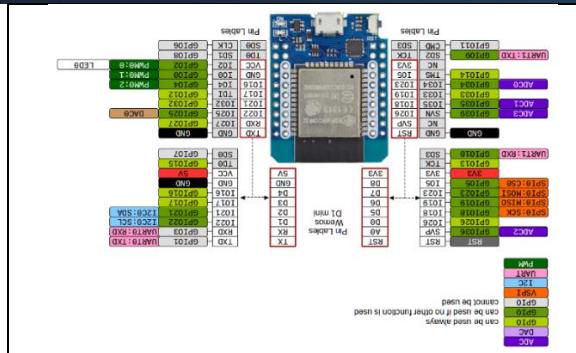


Arduino Nano

Nombre del sensor: Arduino Nano	
Descripción	
Microcontrolador:	ATmega328p.
Voltaje de operación:	5V.
Voltaje de entrada (recomendado):	7-12V.
Pines Digitales I/O:	14 (6 PWM)
Canales de entrada Análoga:	8.
Velocidad Reloj:	16MHz.
Datasheet	
D1/TX (1)	(30) VIN
D0/RX (2)	(29) GND
RESET (3)	(28) RESRT
GND (4)	(27) +5V
D2 (5)	(26) A0
D3 (6)	(25) A1
D4 (7)	(24) A2
D5 (8)	(23) A3
D6 (9)	(22) A4
D7 (10)	(21) A5
D8 (11)	(20) A6
D9 (12)	(19) A7
D10 (13)	(18) AREF
D11 (14)	(17) 3V3
D12 (15)	(16) D13

ESP32 WEMOS D1 WIFI-BLUETOOTH

Nombre del sensor: Esp32 wemos D1
Descripción
Voltaje de Alimentación d1 mini: 5V DC (4.5~ 6V)
Corriente de Operación: ~80mA (fuente superior a 500mA)
Voltaje lógico (Entradas/Salidas): 3.3V
SoC: ESP32 (ESP32-D0WDQ6)
Datasheet



7.

Sensor ENCODE de RPM FC - 03

5. Modulo SD

Nombre del sensor: Modulo SD	
Descripción	
Voltaje de funcionamiento: 4,5 V - 5,5 V CC.	Requisito actual: 0,2-200 mA
Regulador de voltaje integrado de 3,3 V	Soporta sistema de archivos FAT
Soporta micro SD hasta 2GB	Admite Micro SDHC de hasta 32 GB
Datasheet	

6. Termocupla KT-MAX6675

Nombre del sensor: Kt - Max6675	
Descripción	
Voltaje de funcionamiento: DC5V	Corriente de funcionamiento: 50ma
El rango de medición de temperatura: 1300° -200°	
Datasheet	

Nombre del sensor: Encode RPM FC-03
Descripción
Voltaje de Operación: 3.3V - 5V DC
Salidas: Analogica y Digital TTL
Sensor: MOCH22A
Modelo Placa: FC-03 / FZ0888
Tipo de emisor: Fotodiodo IR
Tipo de detector: fototransistor
Longitud de onda del emisor: 950 nm (infrarrojo)
Datasheet

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el proceso de revisión sistemática de información de la vigilancia tecnológica establecida se identificaron dos sistemas base para la cogeneración uno de fuente directa (biogestor-motor) [6] [7] y otro mediante la generación de vapor de agua trabajo elaborado por Pérez-Torrado y colaboradores en 2021[8], donde se aplicó el principio de calefacción por suelo radiante, para mantener la condición de temperatura dentro de un módulo de vivero de cerdos, este sistema se diferencia del convencional en la medida que el gas generado en los biogestores se usa para calentar el agua que fluye a través de la superficie del piso y que

permite la transferencia de calor al interior del módulo del sistema.

Como resultados relevantes de esta fase de proyecto se elaboró el diagrama de flujo para el proceso bajo las condiciones establecidas en el municipio de Sopó como se presenta en la figura 1

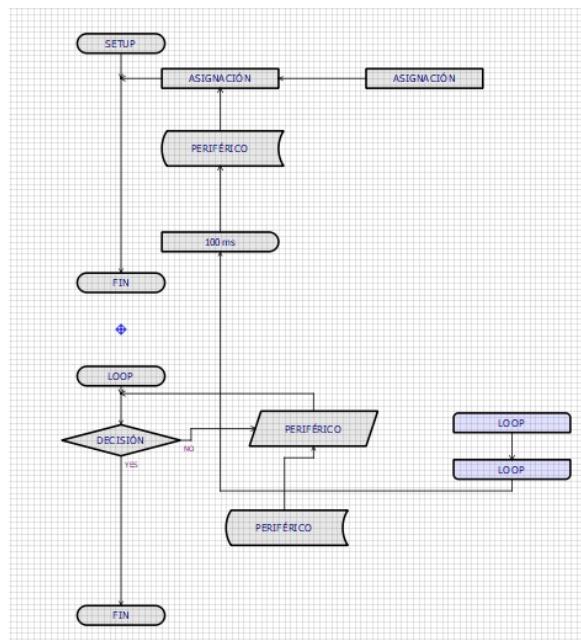


Figura 1. Diagrama de flujo para el sistema de control monofásico.

Adicionalmente se llevó a cabo el proceso de simulación del sistema mediante el uso del software PROTEUS, este proceso permitió validar el funcionamiento y la integralidad del sistema de sensado, previo a la construcción del prototipo del cogenerador, la estructura simulada se presenta en la figura 2.

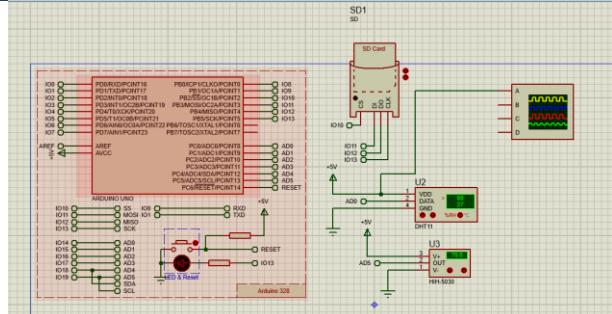


Figura 2. Simulación del proceso de control monofásico para el sistema de cogeneración.

También se tabularon y graficaron algunos de los valores generados en los procesos de medición que fueron obtenidos mediante la programación de la interfase que se desarrolló en Arduino. Mediante este proceso se pudo establecer que el funcionamiento del sistema se estabiliza a una temperatura promedio de 45 °C, como se presenta en la figura 3.

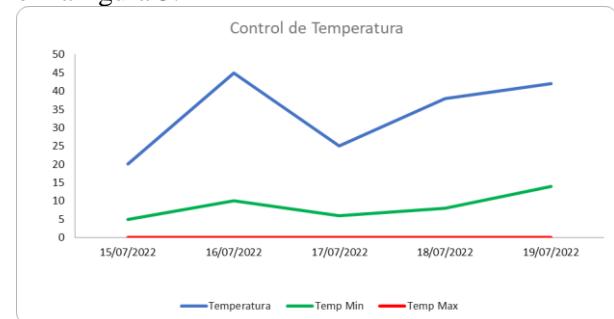


Figura 3. Comportamiento de la variable temperatura en el sistema de cogeneración.

En relación con la variable voltaje y su relación con la temperatura medida se identificó una producción de 4V a 20°C y una máxima producción de energía a 45°C con un voltaje medido de 20V, como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Inserte el título de las tablas en la parte superior

Fecha	Temperatura	Voltaje	Tiempo / minutos
15/07/2022	20	4	5
16/07/2022	45	19	10



17/07/2022	25	7	6
18/07/2022	38	12	8
19/07/2022	42	17	14
19/07/2022	42	17	14
19/07/2022	45	20	16

IV. CONCLUSIONES

El mejor comportamiento del sistema se logró a 45°C con una producción máxima de 20V.

Se identificó la necesidad de diseñar un sistema que permita regular el flujo de biogás al termo generador que permita un funcionamiento óptimo del sistema.

El control diseñado para el cogenerador fue funcional y el código de programación se ajustó para la captura de datos de las variables establecidas de forma exitosa.

AGRADECIMIENTO

Los integrantes de este proyecto agradecen a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD y a la secretaría de Ciencia Tecnología e Innovación de Sopó, quienes mediante el proyecto PS-362020-2 aportaron los recursos necesarios para esta investigación.

REFERENCIAS

[1] Villarroel-Schneider, J., Höglund-Isaksson, L., Mainali, B., Martí-Herrero, J., Cardozo, E., Malmquist, A., & Martin, A. (2022). Energy self-sufficiency and greenhouse gas emission reductions in latin american dairy farms through massive implementation of biogas-based solutions. *Energy Conversion and Management*, 261 doi:10.1016/j.enconman.2022.115670.

[2] UPME, IDEAM, COLCIENCIAS, U. (2014). Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia, de http://www1.upme.gov.co/sites/default/files/article/1768/files/Atlas%20de%20Biomasa%20Residual%20Colombia__.pdf

[3] DANE. (2020). Encuesta anual manufacturera (EAM). Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>.

[4] Jun, Zhou & Liang, Guangchuan & Deng, Tao & Zhou, Shiwei & Gong, Jing. (2017). Coalbed Methane Production System Simulation and Deliverability Forecasting: Coupled Surface Network/Wellbore/Reservoir Calculation. *International Journal of Chemical Engineering*. 2017. 1-13. 10.1155/2017/8267529.

[5] Quintanilla-Mosquera, I. L., Ortiz-Zacarias, J. R., Del Carpio-Ramirez, S. I., Rosales-Fierro, J. E., Valenzuela-Lino, Y. S., Coaquirá-Rojo, C., & Moggiano, N. (2022). Design of an automated manure collection system for the production of biogas through biodigesters. Paper presented at the 2022 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference, IEMTRONICS 2022, doi:10.1109/IEMTRONICS55184.2022.9795763 Retrieved from www.scopus.com

[6] Yatim, A., Luthfi, A., & Chemilo, R. (2018). Biogas-fuelled stirling engine for electric power generation. Paper presented at the E3S Web of Conferences, , 67 doi:10.1051/e3sconf/20186702015 Retrieved from www.scopus.com

[7] Caetano, B. C., Santos, N. D. S. A., Hanriot, V. M., Sandoval, O. R., & Huebner, R. (2022). Energy conversion of biogas from livestock manure to electricity energy using a stirling engine. *Energy Conversion and Management*: X, 15 doi:10.1016/j.ecmx.2022.100224

[8] Perez-Torrado, W., Espinel-Blanco, E., & Florez-Solano, E. (2021). Energy required to transfer heat through the radiant floor of a pig nursery module. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series, , 1981(1) doi:10.1088/1742-6596/1981/1/012005 Retrieved from www.scopus.com

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE ÓXIDO DE ZINC OBTENIDO POR EL MÉTODO DE PRECURSOR POLIMÉRICO PARA APLICACIONES EN FOTOVOLTAICA

STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF ZINC OXIDE BY POLYMER PRECURSOR FOR PHOTOVOLTAICS APPLICATIONS

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

,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 – En este trabajo se desarrolló un método que permitió obtener ZnO, como material cristalino y nano-particulado, mediante el uso del precursor polimérico, como lo es el acetato de zinc, ácido cítrico y etilenglicol. El material obtenido fue caracterizado utilizando 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 3.28- 3.36 eV, el cual está asociado 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, principio básico de las celdas solares, abriendo así un camino importante en Colombia, en la búsqueda de materiales que sean óptimos para futuras aplicaciones en celdas solares.

Palabras clave— Precursor polimérico, caracterización, Óxido de Zinc.

Abstract – In this work, a method was developed, that allowed to obtain ZnO, as crystalline material and nano particulate by polymeric precursor as zinc acetate, and citric acid and ethylene glycol. The material obtained was chaterized by FTIR, Diffuse Reflectance, UV-Vis (DR-UV-Vis) and X-ray Diffraction (XRD). The results indicated that the main functional groups are due to the symmetric vibration of Zn-O bond and stress vibration modes of the Zn-O bond. The value of the energy gap was determined between 3.28-3.36 eV, wich is associated with eletronic transitions that involve localized orbitals on the energy gap

and associated with the defects present on the samples. This result is important considering the potential use of these materials in the photodetection phenomena, the basic principle of solar cells, opening an important path in Colombia, in the search for materials with optimal characteristics for future applications in solar cells.

Keywords— Polymeric precursor, characterization, Zinc oxide.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar las características ópticas del sistema ZnO), inicialmente se formó una suspensión, diluyendo en constante agitación (300 rpm), la cantidad estequiométrica del acetato de zinc ($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - Merck) en agua, ácido cítrico y etilenglicol. La solución obtenida del precursor de Zinc y agua, con los cationes de interés, se adiciona a la solución de etilenglicol y ácido cítrico, considerando una relación 4:1, agitando continuamente a una temperatura de 80°C, hasta lograr una completa disolución del ácido cítrico en el Polialcohol. La solución resultante se mantendrá en agitación por aproximadamente 15 minutos. Esta resina viscosa se pre-calcinará a 320 °C, por 4 horas, para eliminar la mayor cantidad de fase orgánica presente en el sólido. El polvo obtenido (precalcinado) se macera utilizando un mortero de ágata, posteriormente se somete a un tratamiento térmico a 550 °C, en un horno Carbolite modelo RHF 1600 a una velocidad de calentamiento de 2 ° C / min, durante cuatro horas, para eliminar el material orgánico y promover el desarrollo de los diferentes eventos fisicoquímicos entre ellos los cambios de fase necesarios que permitieron obtener los óxidos de interés [1,2]. El procedimiento general para la síntesis del sistema ZnO se ilustra en la **Fig. 1**.

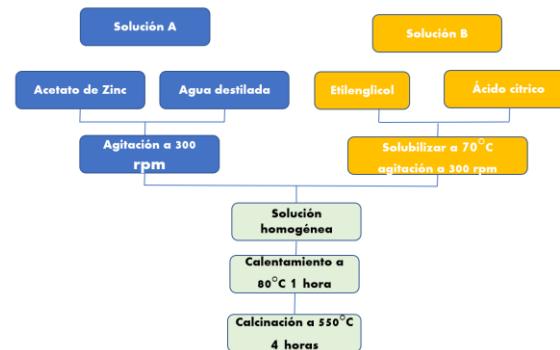


Figura 1. Esquema del método de síntesis precursor polimérico utilizado para sintetizar el ZnO.

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 Fityk 0.8.6 (Marcin Wojdyl) 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 Cu ($\lambda = 1.54 \text{ \AA}$). Los ensayos se realizaron a un voltaje de 40 kV a 2 °/min, a una corriente de 30 mA en el rango de medida 20-70°. Los resultados obtenidos fueron procesados y analizados usando el programa Crystallographica Search-Match 3.1.0.

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. 2.** se muestran los espectros FTIR correspondientes a las muestras obtenidas del sistema ZnO y tratadas térmicamente a 550 °C durante 4 horas. Las bandas que predominan en los espectros FTIR de las diferentes muestras, corresponden al enlace Zn-O y las asociadas a las vibraciones de tracción de los grupos hidroxilo, así como las características del agua adsorbida. La banda alrededor de 3430 cm^{-1} se debe a especies O-H, las de 2036 cm^{-1} y 1007 cm^{-1} , se debe a los modos de estiramiento de los enlaces C-H y debido a la vibración simétrica del enlace Zn-O, presentes en las muestras.

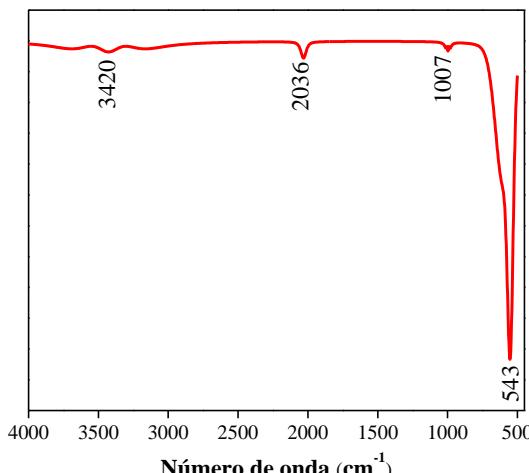


Figura 2. Espectros FTIR del sistema de ZnO.

En la Fig. 3 (a) se presenta el espectro de reflectancia difusa (DR UV-Vis) del sistema ZnO, las bandas por debajo de 400 nm (3.1 eV) para estos sistemas podría atribuirse a las transiciones electrónicas de los enlaces Zn-O [5].

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 hv , Fig.3 (b); extrapolando la parte lineal de las curvas y definiendo el corte de la curva con el eje de la abscisa se obtuvo un valor entre 2.8- 3.36 eV, estos valores indican que los sistemas obtenidos son de naturaleza semiconductor 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 generaría estados energéticos ubicados en el band gap [6,7].

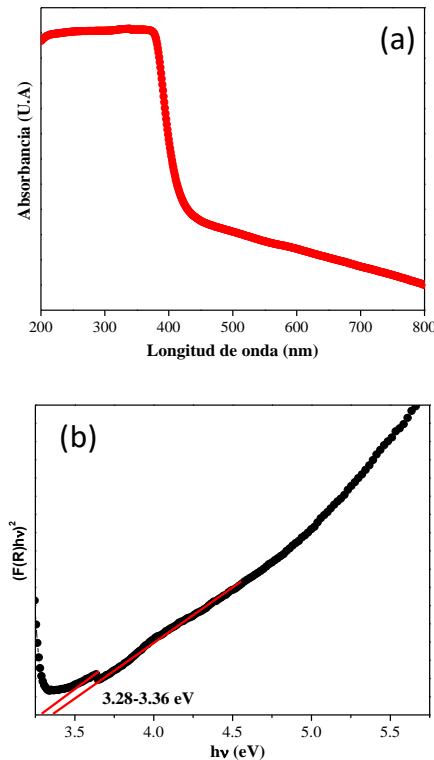


Figura 3. (a) Espectros de reflectancia difusa y (b) funciones de Kubelka-Munk (“inside”) correspondientes a muestras de ZnO.

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 [3,6].

Los valores de los parámetros de la red fueron $a = 3.2499 \text{ \AA}$, $b = 3.2499 \text{ \AA}$, $c = 5.2066 \text{ \AA}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 90^\circ$ y $\gamma = 120^\circ$. El difractograma experimental en la Fig.4 mostró que la estructura cristalina del sólido era hexagonal, con índices de Miller: (100), (002), (101), (102), (110), (103), (200), (112), (201), (004), (202), (104), (203). El

tamaño de cristalito se calculó teniendo en cuenta los picos de mayor intensidad en el difractograma de la Fig. 4 y utilizando la fórmula de Scherrer, dando como resultado un tamaño de cristalito de $\sim 50 \text{ nm}$.

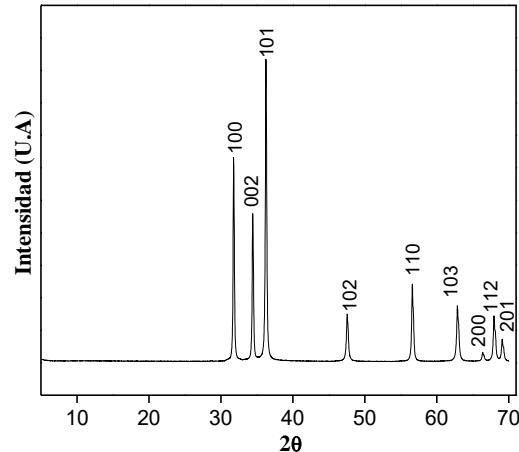


Figura 4. Difractogramas de rayos X de la muestra ZnO obtenida por el método Pechini, obtenidas a 550 °C.

III. CONCLUSIONES

Utilizando el método de síntesis propuesto en este trabajo, se obtuvieron polvos cristalinos nano particulados de ZnO. Los resultados obtenidos de las curvas UV Vis- DRS, mediante la función Kubelka-Munk, mostraron un valor de la brecha de energía entre $\sim 2.28\text{-}3.36 \text{ eV}$, asociado con un comportamiento semiconductor, con transiciones electrónicas que involucrarían orbitales localizados en el gap y que estarían asociados a los defectos presentes en las muestras. Los polvos sintetizados a 550 °C presentaron un tamaño de partícula primario promedio de $\sim 50 \text{ nm}$ y una fase cristalina única correspondiente a la estructura hexagonal espacio de grupo P63mc (186).

AGRADECIMIENTO

El proyecto ha sido financiado en convocatoria interna número 009 cohorte 2 de la UNAD en

alianza con Univalle y el Centro de Excelencia de Nuevos Materiales.

REFERENCIAS

- [1] J.H. Cai, G. Ni, G. He, Z.Y. Wu, Red luminescence in ZnO films prepared by a glycol-based Pechini method, *Phys. Lett. Sect. A Gen. At. Solid State Phys.* 372 (2008) 4104–4108. <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2008.03.011>.
- [2] C. Sánchez, J. Doria, C. Paucar, M. Hernandez, A. Mósquera, J.E. Rodríguez, A. Gómez, E. Baca, O. Morán, Nanocrystalline ZnO films prepared via polymeric precursor method (Pechini), *Phys. B Condens. Matter.* 405 (2010) 3679–3684. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2010.05.065>.
- [3] J. Ashwini, T.R. Aswathy, A.B. Rahul, G.M. Thara, 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. 11 (2021) 1507. <https://doi.org/10.3390/CATAL11121507>.
- [4] P. Pillai, S. Dharaskar, M. Khalid, Optimization of fluoride removal by Al doped ZnO nanoparticles using response surface methodology from groundwater, *Chemosphere.* 284 (2021). <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2021.131317>.
- [5] Y. Lu, Y. Lin, D. Wang, L. Wang, T. Xie, T. Jiang, A High Performance Cobalt-Doped ZnO Visible Light Photocatalyst and Its Photogenerated Charge Transfer Properties, *Nano Res.* 4 (2011) 1144. <https://doi.org/10.1007/S12274-011-0163-4>.
- [6] J. Sherine, E. Indubala, H. Anish, H. Seshadri, Band gap engineering of ZnO by amino acid capping for optoelectronic and energy applications, *Int. J. Energy Res.* 45 (2021) 5922–5938. <https://doi.org/10.1002/ER.6214>.
- [7] N. Turkten, M. Bekbolet, Photocatalytic performance of titanium dioxide and zinc oxide binary system on degradation of humic matter, *J. Photochem. Photobiol. A Chem.* 401 (2020) 112748. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.112748>.

REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL ESTADO DEL ARTE DE LA CRIPTOGRÁFICA CUÁNTICA, SUS USOS Y APLICACIONES

SYSTEMATIC REVIEW OF QUANTUM CRYPTOGRAPHY, ITS USES AND APPLICATIONS

Cardona John Harrison, Vargas Joel Carroll

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia

*correo electrónico del autor de correspondencia: Joel.carroll@unad.edu.co

Resumen – La aplicación de algoritmos criptográficos en el intercambio de información sensible es indispensable en la actualidad, estos métodos usados han sido basados en esquemas de cifrado por tecnología de computación matemática, los cuales en alguna medida han presentado ciertas vulnerabilidades a ser descifrados, es por esto que, surge la necesidad de la criptografía cuántica, la cual funciona aplicando las leyes de la física moderna y puede ser usada sin restricciones para comunicaciones de datos confiables, que en teoría superan los inconvenientes que ha presentado la criptografía tradicional. En la presente documento se realiza un levantamiento y revisión de la literatura científica relevante que ha estudiado la criptografía cuántica en los últimos 5 años, consolidando su descripción detallada, leyes que la fundamentan, usos, propiedades, nivel de seguridad e integridad de la información que proporciona, vulnerabilidades, como ha sido concebida en forma hipotética y como se pone en práctica, además de su visión a futuro como el campo criptográfico más prometedor y los desafíos que supone pasar a este método de encriptación no tradicional

Palabras clave— Criptografía Cuántica, Distribución de Claves Cuánticas, Protocolo BB84, Cúbit

Abstract - The application of cryptographic algorithms in the exchange of sensitive information is essential today, these methods used have been based on encryption schemes by mathematical computing technology, which to some extent have presented certain vulnerabilities to be deciphered, which is why , the need arises for quantum cryptography, which works by applying the laws of modern physics and can be used without restrictions for reliable data communications, which in theory overcome the drawbacks that traditional cryptography has presented. In this document, a survey and review of the relevant scientific literature that has studied quantum cryptography in the last 5 years is carried out, consolidating its detailed description, laws that support it, uses, properties, level of security and integrity of the information that provides, vulnerabilities, as it has been hypothetically conceived and as put into practice, in addition to its vision for the future as the most promising cryptographic field and the challenges of moving to this non-traditional encryption method

Keywords— Quantum Cryptography, Quantum Key Distribution, BB84 Protocol, Qubit

I. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una era en la cual, casi todas las actividades se realizan a través del internet, los datos cuentan con un valor incalculable, proteger la privacidad de la información es indispensable y cada vez se demandan métodos que tengan la capacidad de ser infalibles ante cualquier vulnerabilidad; la criptografía que se usa en la actualidad la cual está basada en métodos matemáticos ha brindado seguridad, integridad y anonimización en la información, no obstante, se plantean interrogantes de hasta qué punto estos métodos criptográficos son técnica efectiva y si se puede utilizar otra técnica que proporcione una protección adicional en el tratamiento de datos personales.

Los avances tecnológicos especialmente de hardware amenazan con poner en aprietos a la criptografía tradicional como el aumento de descifrado de contraseñas apoyado en GPU que proporcionan una forma de realizar cálculos masivamente paralelos, que representan la mayoría de los ataques de fuerza bruta. Como punto de referencia, en un solo NVidia GTX 1080 GPU es capaz de hacer más de 43 mil millones de conjeturas por segundo, Las GPU han cambiado el descifrado de contraseñas de formas aún más fundamentales que simplemente permiten adivinar más rápido. [1]

Las amenazas a la seguridad de la información son las que han impulsado el uso de una alternativa a la criptografía tradicional, sistemas cuánticos diseñados de tal manera que utilizan la mecánica cuántica y depende en gran medida de la física clásica. El concepto básico es que es difícil calcular el estado cuántico de cualquier sistema sin perturbarlo. El principal objetivo de la criptografía cuántica es crear una clave que se utiliza en el sistema de cifrado para transferir datos con fotones ligeros a través de cualquier fibra óptica o espacio libre. [2] Esto garantizaría en teoría la completa integridad, disponibilidad y confidencialidad de la información

compartida.

Comprender el concepto de la criptografía cuántica, sus usos y aplicaciones es proceso complejo, es por esto que en esta monografía se realiza un levantamiento documental de calidad y recopilan un número significativo de referencias bibliográficas que permiten desarrollar un estado del arte que referencia el punto actual y más avanzado sobre esta temática específica, generando una oportunidad para comprender cómo la abstracción de un concepto teórico puede materializarse en una realidad. Un estado del arte de la criptografía cuántica en español permitirá un acercamiento y estudio a la temática para profesionales como ingenieros, matemáticos y físicos no solo como herramienta para el reconocimiento e interpretación preliminar también con el fin de motivar la investigación académica y nuevos desarrollos en el área y como base para la toma de decisiones en el campo de la investigación.

REVISIÓN SISTEMATICA DE CONCEPTOS

Definiciones:

El término criptografía deriva de las palabras griegas "kryptós" y "gráphein", que significan "oculto" y "escribir". Por lo tanto, se puede parafrasear como "escritura oculta". La criptografía es la ciencia matemática encargada de transformar los datos para hacer ininteligible su significado, es decir, para ocultar su contenido, evitar su alteración e impedir su uso no autorizado. Si la transformación de los datos es reversible, la criptografía también se ocupa de restaurar datos encriptados a su forma inteligible.[3]

La criptografía engloba el proceso de protección de datos en un sentido muy amplio y se rige bajo los principios de seguridad de la información:

- Confidencialidad: Especifica que sólo el remitente y el destinatario pueden acceder a los datos.
- Autenticación: La autenticación asegura la identidad del usuario y el origen del mensaje.
- Integridad: Garantiza que el mensaje no se modifica incluso después de que el remitente lo haya

enviado.

- Control de acceso: Administra quien puede acceder y a que puede acceder. Se relaciona con dos áreas como la gestión de roles y la gestión de reglas.
- No repudio: El remitente no puede desacreditar las transacciones realizadas anteriormente.
- Disponibilidad: Enfatiza los recursos que son obtenibles para las partes autorizadas de forma perpetua, la finalidad es evitar la interrupción. [4]

Concepto de Criptoanálisis: El criptoanálisis, al contrario de la criptografía corresponde a las técnicas que estudian la forma de romper los algoritmos criptográficos. El criptoanálisis es comúnmente usado para comprobar la solidez de los procedimientos de seguridad y en la exploración de las diferentes vulnerabilidades de los cifrados. [5]

Criptografía Moderna

Antes de la era digital, la encriptación se utilizaba sobre todo para proteger las comunicaciones militares y gubernamentales hoy en día la criptografía es usada básicamente en cualquier lado sobre todo en Internet. Otras técnicas criptográficas fundamentales criptográficas son las funciones hash criptográficas y los esquemas de firma digital las cuales se utilizan para proteger la integridad y la autenticidad de los datos. [6]

En el proceso de encriptación los datos originales, es decir el texto plano del mensaje se transforma en un mensaje codificado, es decir código resultado del algoritmo de cifrado para poder transmitir estos datos a través de canales de comunicación no seguros. Una cadena de datos que conocida como "Clave" se utiliza para controlar la transformación de los datos de texto plano a texto cifrado. Esta disposición ayuda a mantener los datos seguros ya que se requiere siempre de la clave para poder extraer la información original del texto cifrado y sin la clave nadie puede leer los datos.

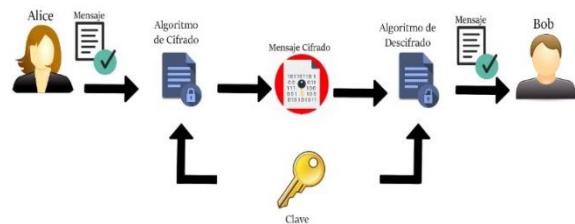


Fig 1 el proceso de un sistema criptográfico inicia con el mensaje sin cifrar los datos de este mensaje son cifrados a través de un algoritmo, una vez cifrado viaja por el canal ya codificado cuando llega al destinatario se descifra con la clave y se transforma nuevamente en el mensaje inicial sin cifrar, En la figura se utilizan los nombres de Alice y Bob para hacer referencia a un usuario A y B y el nombre Eve será usado para hacer referencia a un eavesdropper, una espía que representa el usuario que intermedio que desea interceptar los mensajes enviados y es el objetivo principal a vencer en el cifrado de datos

Sistema de cifrado simétrico

Los sistemas de cifrado simétrico son susceptibles a un ataque de fuerza bruta y ataque de criptoanálisis en donde el atacante hace uso de características del algoritmo para hacerse con la clave o con el texto descifrado.

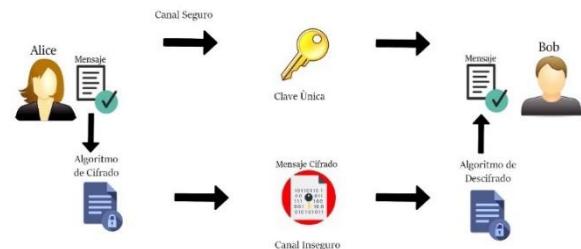


Figura 2 la clave única se intercambia entre Alice y Bob que se comunican antes de la transmisión de los datos por un canal seguro, mientras que el mensaje cifrado se envía por un canal inseguro. Para cifrar el mensaje el algoritmo de encriptación lleva a cabo una serie de sustituciones y transformaciones en el texto plano por su parte el algoritmo de descifrado en el cifrado de clave simétrica es el inverso del algoritmo de cifrado.

Sistema de cifrado Asimétrico

Los sistemas de cifrado simétrico se caracterizan por utilizar un par de claves: una clave pública y clave privada, la clave pública se comparte a través de un canal inseguro.

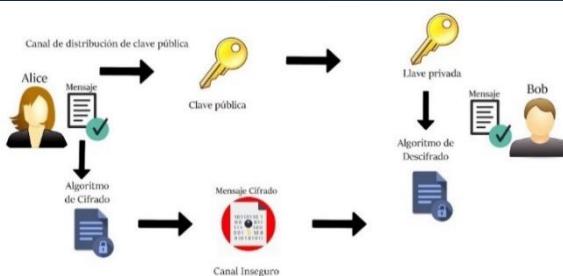


Figura 3 Bob encripta el mensaje con la clave pública y descifra el mensaje cifrado utilizando la clave privada que solo él posee. A diferencia de la criptografía de clave simétrica la clave secreta no se comparte, sino que cada parte que se comunica calcula la clave secreta con su propia clave privada y pública. El resultado es que Alice y Bob calculan la misma clave secreta sin transmitirla. [7]

Mecánica cuántica

La mecánica cuántica es el conjunto de leyes fundamentales según las cuales todos los objetos se mueven. Para los objetos macroscópicos con los que interactuamos en la vida cotidiana las leyes de la mecánica cuántica se reducen a la mecánica clásica. Sin embargo, para la escala microscópica de los átomos las leyes de la mecánica cuántica dan lugar a un comportamiento muy diferente. Una de las diferencias fundamentales entre ambas es que en la mecánica cuántica un objeto puede estar simultáneamente en varios estados. En la mecánica clásica un objeto puede estar en ambos. [8]

Gato de Schrödinger

En 1935 Erwin Schrödinger propuso un experimento conocido como "el gato de Schrödinger" que ha generado muchas discusiones y debates en la comunidad cuántica a lo largo de las décadas. En este experimento la emisión de un átomo radiactivo, un fenómeno completamente cuántico desencadena una serie de reacciones que controla la vida o la muerte de un gato dos acontecimientos distintos en el mundo clásico macroscópico. El trabajo condujo a la noción de estado del gato de Schrödinger, una superposición de distintos estados clásicos distintos, que permite la conexión entre los mundos cuántico y clásico. [9]

Principio de incertidumbre de Heisenberg

Uno de los principios fundamentales de la mecánica cuántica es el principio de incertidumbre que impone una restricción sobre el grado en que se pueden restringir las probabilidades de futuras mediciones de un sistema cuántico. De manera más sencilla este

principio afirma que, si se mide una característica no se puede medir otra característica con precisión. Esta característica del principio de incertidumbre de Heisenberg solo es válida para el instante en que se trata de medir las características del sistema (perturbación).

En la mecánica cuántica este principio se aplica a los fotones. Los fotones tienen una estructura ondulatoria y están polarizados o inclinados en cierta dirección. Al medir la polarización de los fotones, todas las mediciones posteriores se ven afectadas por la elección de las medidas que hacen para la polarización. [10]

Teorema de No-clonación:

El teorema de no clonación afirma que toda transformación unitaria no puede clonar un estado cuántico arbitrario. Sin embargo, algunas transformaciones unitarias pueden clonar un subconjunto de estados cuánticos puros, lo que muestran que se pueden hacer solo clones imperfectos. [11]

El teorema de No-clonación es una de las bases de la criptografía cuántica ya que permite que no sea posible para un usuario intermedio copiar el mensaje que se ha enviado. Con esto entonces, el emisor del mensaje cifrado puede estar seguro de que cada bit cuántico que envió solo sea transmitido una vez sin riesgo a ser clonado, una gran ventaja que ofrece la teoría cuántica a comparación del método clásico en donde la información puede copiarse perfectamente. [12]

Entrelazamiento cuántico

El entrelazamiento cuántico es el fenómeno físico que se produce cuando un par o grupo de partículas se generan al mismo tiempo, interactúan o comparten proximidad espacial de tal manera que el estado cuántico de cada partícula del par o grupo no puede describirse independientemente del estado de las demás, incluso cuando las partículas estén separadas por una gran distancia. [13]

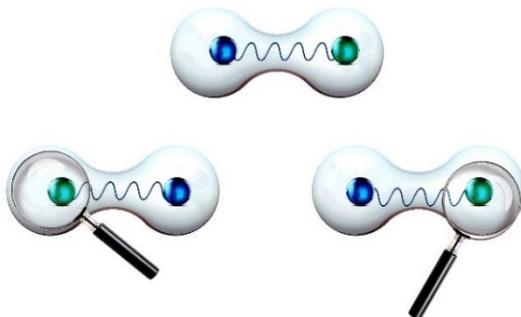


Fig 4 Las mediciones de propiedades físicas como la posición, el momento, el espín y la polarización realizadas en partículas entrelazadas están perfectamente correlacionadas

. Los primeros trabajos mencionados sobre la comprensión del entrelazamiento acabaron siendo la base para el campo de la computación cuántica, cuyo objetivo es explotar las extrañas propiedades de los estados cuánticos para tareas de procesamiento de información que no son posibles en el mundo clásico. El entrelazamiento cuántico es el combustible de una serie de protocolos cuánticos como la teletransportación, el cifrado denso y la distribución de claves.[14]

Computación cuántica

El ordenador cuántico trabaja en computación paralela donde un número múltiple de procesos microscópicos se programan y seleccionan basándose en una probabilidad aleatoria. Por ejemplo, si consideramos un registro cuántico de n bits, existen 2^n estados posibles simultáneamente, lo que se conoce como superposición. Cada función $f(x)$ puede ser representada como un circuito cuántico en el que todos los posibles valores de superposición de x se consideran como entrada y todos los posibles valores de superposición de $y = f(x)$ da como salida. [15]

Un paso crucial en la evolución de la computación, en general podría ser la implantación del ordenador cuántico. Los problemas que se han considerado difíciles de resolver con los ordenadores clásicos no serán tan difíciles de resolver con el uso de un ordenador cuántico. Con lo cual se evidencia como problemática que la mayoría de los modelos criptográficos de clave pública actuales se basan en esos problemas, algo que los hace vulnerables cuando se enfrenten a un ordenador cuántico. [16]

Dada la potencia de los ordenadores cuánticos, el siguiente paso para proteger las transmisiones de claves y la transmisión de información sensible es la criptografía cuántica. La criptografía cuántica es muy diferente de la criptografía clásica, porque en lugar de utilizar problemas matemáticos difíciles de resolver, se basa en las leyes de la física como base para establecer la seguridad.

Qubits (bits Quánticos)

La criptografía cuántica requiere un canal que lleva un objeto físico llamados Bits Cuánticos o alternativamente conocidos como qubits, el qubit es la unidad básica de la computación cuántica. Hay dos tipos de canal cuántico uno es el cable de fibra óptica y el otro es la atmósfera que nos rodea. Durante la transmisión de los qubits de un extremo a otro del canal de transmisión no hay cambio de ningún estado mecánico de los qubits. Los qubits se conectan mediante algunas puertas básicas de qubits. La mayor ventaja de los qubits sobre otros bits convencionales es que los qubits es que son un sistema bidimensional y pueden expresarse como una forma probabilística intermedia entre dos límites 0 y 1, mientras que los bits convencionales pueden expresarse como 0 o 1.

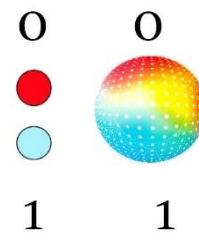


Fig 5 Un Bit la unidad mínima de la informática y un Qubit la unidad mínima de la computación cuántica.

Principio de polarización de los fotones

Los fotones son las partículas elementales y responsables de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético de la luz, un fotón puede orientarse o polarizarse en direcciones específicas y además, un filtro de fotones con la polarización correcta sólo puede detectar un fotón polarizado o de lo contrario, el fotón será destruido. Esta característica hace ideal que la criptografía cuántica haga el envío de claves secretas en forma de fotones

con sus respectivas polarizaciones, rectilínea para polarización vertical y horizontal, y la base diagonal para +45 y -45. [17]

Protocolo BB84

BB84(Bennett y Brassard año 1984) fue el primer protocolo de criptografía cuántica que explicaba cómo utilizar el estado de polarización de los fotones para transmitir la información de la clave secreta a través de un canal de comunicación cuántica. Este protocolo se clasifica como QKD basado en la preparación y la medida.

El protocolo BB84 utiliza un solo fotón para transmitir y distribuir bits aleatorios de la clave secreta. El fotón único está polarizado en uno de los cuatro estados de polarización y seleccionado utilizando una de las dos bases conjugadas, la base rectilínea para polarización vertical y horizontal, y la base diagonal para +45 y -45 anti diagonal, El proceso de implementación se divide en: Intercambio Cuántico, Cifrado de clave, reconciliación de la información y amplificación de la privacidad. [18]

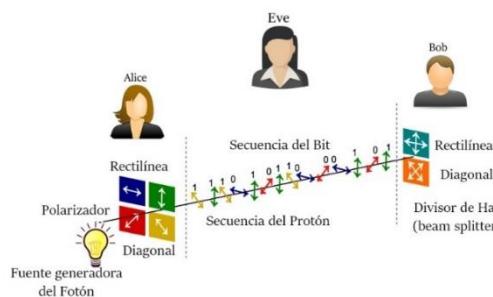


Fig 6 Alice transmite los fotones a través de un polarizador que les otorga aleatoriamente una de las cuatro polarizaciones y designaciones de bits posibles: Vertical (Un bit), Horizontal (Cero bit), 45 grados a la derecha (Un bit), o 45 grados a la izquierda (Cero bit).

II. CRIPTOGRÁFIA CUÁNTICA VS POST-CUÁNTICA

Una computadora cuántica con una cantidad considerable de qubits podría romper la mayoría criptosistemas actualmente en uso, por lo tanto, existe una necesidad urgente de desarrollar algoritmos

criptográficos que puedan resistir la ruptura de código clásica y cuántica. Estos son denominados criptosistemas post-cuánticos, se trata de combinar la criptografía post-cuántica con la criptografía cuántica, mientras que la criptografía cuántica se refiere al método de encriptación que utiliza los principios de la mecánica cuántica para reforzar la seguridad y detectar una escucha en las comunicaciones, la criptografía post-cuántica a su vez hace referencia a los algoritmos que pueden tener la capacidad de proteger la información en la era de la computación cuántica. [19]

Los avances en criptografía post-cuántica han demostrado que cualquier algoritmo criptográfico basado en la complejidad matemática como la factorización y los logaritmos discretos se considera muy vulnerable desde la perspectiva de una computadora cuántica. Esto también aplicaría a todos los protocolos de seguridad que utilizan este tipo de algoritmo criptográfico. Los sistemas criptográficos basados en el cifrado simétrico, como AES, se consideran más robustos por su método y que se podría aumentar el tamaño de la clave. Por otro lado, el cifrado asimétrico como un método de clave pública aún no está listo para la criptografía post-cuántica. [20]

El algoritmo de Shor

En 1994 el profesor de matemática aplicada Peter Shor introdujo un algoritmo capaz de encontrar los factores de cualquier número entero positivo N. El algoritmo de Shor es una amenaza potencial para muchos criptosistemas ya que su seguridad se basa en la suposición de que calcular números grandes es difícil o en la dificultad de calcular fragmentariamente logaritmos discretos.

Algoritmo de Grover

El algoritmo de Grover al ser de naturaleza cuántica posee un carácter probabilístico, por lo que produce una respuesta que más se acerca con una determinada probabilidad de error, la cual puede llegar a ser tan baja como se desee por medio de una mayor cantidad de iteraciones las cuales pueden llegar a ser posibles con una adecuada cantidad de

qubits. Por otro lado, si las operaciones de qubit son lo suficientemente pequeñas y rápidas el algoritmo de Grover se convierte en una amenaza para muchos de los criptosistemas que buscan seguridad, como las claves AES y SHA. [21]

	<i>Función</i>	<i>Nivel de seguridad Post Cuántica</i>	<i>Nivel de seguridad Pre Cuántica</i>
<i>Criptografía de clave simétrica (llave Secreta)</i>	AES-128	Cifrado simétrico	128 (Con algoritmo de Grover)
	AES-256	Cifrado simétrico	256 (Con algoritmo de Grover)
	Salsa20	Cifrado simétrico	256 (Con algoritmo de Grover)
	GMAC	MAC (código de autenticación de mensaje)	128 (Sin presunto impacto)
	Poly130 5	MAC (código de autenticación de mensaje)	128 (Sin presunto impacto)
	SHA-256	Función Hash	256 (Con algoritmo de Grover)
	SHA3-256	Función Hash	256 (Con algoritmo de Grover)
<i>Criptografía de clave asimétrica (llave Pública)</i>	RSA-3072	Cifrado de firma	128 (Descifrado (Con el algoritmo de Shor))
	RSA-3072	Cifrado de firma	128 (Descifrado (Con el algoritmo de Shor))
	DH-3072	Intercambio de llaves	128 (Descifrado (Con el algoritmo de Shor))
	DSA-3072	Intercambio de llaves	128 (Descifrado (Con el algoritmo de Shor))
	256-bit ECDH	Intercambio de llaves	128 (Descifrado (Con el algoritmo de Shor))
	256-bit ECDSA	Intercambio de llaves	128 (Descifrado (Con el algoritmo de Shor))

Tabla1. Nivel de seguridad en bits con que cuentan diversos sistemas de cifrado en la actualidad y el nivel de seguridad en bits con el que contaran en la era post cuántica, además de su comportamiento frente a las dos amenazas más notorias los algoritmos de Shor y Grover.

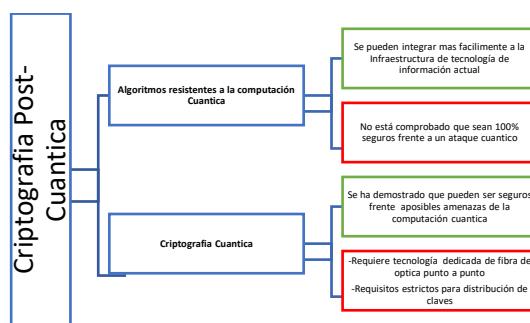


Fig 7 se enfrentan los algoritmos resistentes a la computación cuántica frente la criptografía cuántica mostrando sus ventajas y desventajas como modelo de criptografía post-cuántica.

Normalización y estandarización Post-Cuántica

En el más reciente informe presentado por el NIST se concluye que no parece haber ningún algoritmo

conocido actualmente que pueda servir en la era post-cuántica para lo que se usa exactamente hoy. Un reto que probablemente deberá superarse es que la mayoría de los algoritmos que puedan ser resistentes a un ataque cuántico tienen tamaños de clave más grandes que los algoritmos que reemplazarán. Esto puede requerir cambios en varios protocolos de internet para intercambio de claves. Por lo tanto, ninguno de los experimentos ha demostrado garantizar la seguridad contra todos los ataques cuánticos, y es posible que se descubra un nuevo algoritmo cuántico para romper algunos de los patrones faltantes. [22]

La Organización Europea de Normalización ETSI también ha iniciado investigaciones en los criptosistemas post-cuánticos con una serie de publicaciones preliminares, en la más reciente denominada “Post-Quantum Cryptography: Current state and quantum mitigation” Se hace énfasis en que es importante tener reemplazos disponibles primero, cualquier comunicación cifrada interceptada hoy puede ser descifrada por un atacante tan pronto como obtenga acceso a una gran computadora cuántica, ya sea dentro de 5, 10 o 20 años, un ataque que puede ser conocido como un descifrado retrospectivo. [23]

III. EFECTIVIDAD DEL PROTOCOLO BB84 Y PROTOCOLOS ALTERNOS

Las verdaderas pruebas para la seguridad del protocolo BB84 han llegado con los escenarios de implementación con hardware que puede ser defectuoso. Para reducir esta vulnerabilidad del protocolo que puede ser causada por calibres imperfectos esta la alternativa de esquemas MDI(Measurement Device Independent). Por otro lado, BB84 tiene un sólido respaldo teórico de seguridad contra una amplia gama de ataques y demostraciones repartidas por todo el mundo, lo que lo convierte en el protocolo estándar para la implementación práctica de la distribución de claves cuánticas.

DIMENSIONES CORRESPONDIENTES AL PROTOCOLO BB84

Dimensión	Clasificación
1) Número de estados cuánticos	<ul style="list-style-type: none"> • Basado en Qubits • Basado en Qudits
2) Tipo de Protocolo BB84	<ul style="list-style-type: none"> • BB84 cuatro estados • BB84 tres estados

3) Métodos generales aplicados al protocolo BB84	<ul style="list-style-type: none"> • BB84 de alta dimensión • BB84 Puro • Tolerante a pérdidas • Referencia fuerte • Estados señuelo + tolerante a pérdidas • Estados señuelo • Imparcial (probabilidades iguales)
4) Elección de base	<ul style="list-style-type: none"> • Sesgado (Probabilidades Distintas) • Polarización • Fase • Time-Bin (Fase-Tiempo) • Frecuencia • Momento angular orbital • clave finita • Régimen Asintótico
5) Esquema de codificación	
6) Consideraciones sobre el tamaño de la clave	

Tabla 2, El protocolo BB84 fue clasificado en forma de taxonomía en un

sentido general en el 2021, las dimensiones por las que se clasificó el protocolo desde un punto de vista teórico son: el número de estados cuánticos, tipo de implementación del protocolo BB84, si se aplican procedimientos generales al protocolo BB84, la elección de las bases, y programa de cifrado. [24]

Diferentes estudios en la universidad electrónica del norte de China han demostrado que el protocolo BB84 brinda diferentes niveles de seguridad para la protección de la información del sistema de distribución. Los resultados muestran que se puede mejorar la eficiencia de la distribución de claves cuánticas de múltiples nodos y posiblemente lidiando con una serie de eventos inesperados. El trabajo adicional incluye optimizar la seguridad del sistema QKD y el rendimiento de la generación de claves, analizar el impacto de un entorno de fuente de alimentación determinado en el rendimiento del sistema de distribución, la fase de diseño anti-interferencias y probar la extensión de conexión segura. [25]

El protocolo BB84 también ha sido probado en esquemas de firma digital post-cuántica como el propuesto por Labadzea en el cual se utiliza un esquema de firma único en lugar de un esquema de Merkl esto permite reducir la longitud de la firma, para firmar mensajes se generan claves de firma y verificación. Para transferir las claves de verificación se realiza mediante el protocolo BB84. Para ello, se cifra un bit aleatorio con la ayuda de qubits identificando a los oyentes y obteniendo una clave secreta; Para firmar el mensaje se genera un hash. El número mínimo de ceros se coloca antes de la representación binaria para obtener la longitud de la representación. Como resultado se obtiene un

esquema de firma digital basado en hash, que es seguro, ya que utiliza la versión clásica del esquema de un solo uso de y el protocolo BB84, el tamaño de la firma generada es mucho más pequeño que en el caso de un esquema Merkle. [26]

Protocolo B92

El protocolo B92 se ha estudiado ampliamente en entornos asimétricos, donde se ha demostrado que tolera una interferencia de canal de hasta el 6,5 % y soporta hasta un 11 % de ruido en entornos asintótico. Se ha propuesto una variante extendida de B92, donde, además de dos estados de codificación no ortogonales usado en el B92, Alice y Bob usan otros dos estados no ortogonales y sin codificación para restringir la información de Eve de manera más estricta.. Con respecto a la pérdida, el protocolo B92 original es muy vulnerable a los ataques de discriminación estatal explícitos, mientras que la versión extendida, protege contra tales ataques. [27]

En el 2020 Walter O. Krawec and Sam A. Markelon propusieron un nuevo protocolo de distribución de claves semicuánticas inspirado en el protocolo B92, este trabajo amplía el protocolo con un segundo esquema de cifrado que permite responder mejor a los ataques de tipo USD (unambiguous state discrimination). Además, se ha mejorado la metodología de análisis de seguridad para incluir tipos de ataques más amplios como los ataques colectivos como trabajo futuro.

En este modelo propuesto, una de las partes, normalmente la A (Alice), es "totalmente cuántica" porque puede realizar todas las operaciones necesarias sobre el qubit. La segunda parte, B (Bob), es "clásica" porque solo puede interactuar con canales cuánticos de forma limitada y clásica. Más específicamente, estos protocolos utilizan canales cuánticos bidireccionales que permiten que la información cuántica se mueva. El usuario "clásico" B tiene dos opciones cuando se trata de obtener el estado cuántico de A. Son: Medir y reenviar, haciendo que los estados entrantes acepten mediciones del estado fundamental de los cálculos a A. y reflejar el estado de regreso a A sin cambiarlo. [28]

Protocolo E91 y otras propuestas

El E91 también conocido como protocolo EPR fue

elaborado por Artur Ekert en 1991, el cual se sustentó en el entrelazamiento cuántico de pares de fotones. El esquema de transmisión está basado igualmente en el protocolo BB84; en este esquema Eve puede proporcionar estados separables a Alice y Bob, para que pueda obtener información sobre la llave.

En el 2018 en la universidad de Corea se realizó la implementación experimental de un protocolo de distribución de clave cuánticas de tipo "Plug & Play bidireccional", que utiliza pulsos de doble acoplamiento en el nivel de fotón único para transmitir información crítica de Alice a Bob a través de un canal cuántico.

En este prototipo propuesto es de tipo cableado y es presentado como una implementación práctica de un protocolo QKD plug-and-play que utiliza espejos de Faraday para compensar automáticamente los cambios de polarización u oscilaciones de canal, que ocurren debido a la distribución de fibra óptica de los interruptores cuánticos. La experimentación del prototipo demostró que una clave transmitida a través de un canal cuántico de 25 km tiene una tasa de bloqueo de 100 bits por segundo y un QBER (Quantum bit error rate) de alrededor del 3%. [29]

LA VENGANZA DE EVE: ATAQUES PROBADOS EN LA CRIPTOGRAFIA CUANTICA

La criptografía cuántica se presenta como un método ideal e infalible para proteger el intercambio de información de forma segura en teoría, en la práctica los qubits son fotones con distintas polarizaciones, donde es necesario utilizar fibra óptica, canales, láseres, polarizadores y con todas las fallas que pueden tener estos aparatos, se abren un montón de posibilidades para potenciales atacantes, además de posible desarrollo de un hardware especializado para espionaje en canales cuánticos, por ahora la construcción de un aparato completo de espionaje sigue siendo bastante difícil, podría ser posible con la tecnología actual o en un futuro próximo.

Uno de los posibles ataques a la criptografía cuántica es el "Ataque del Caballo de Troya", el cual ha sido probado de la siguiente forma: consiste en enviar potentes pulsos de luz por el canal que permiten a Eva averiguar cómo está configurado, Eva podría

averiguar previamente los ejes que ha elegido Alice y medir todos los qubits sin provocar ni una detección por parte de Bob y Alice.

Se demostró la sostenibilidad experimental de un ataque de troyano aún casi invisible a un solo detector de fotones utilizado en los sistemas de distribución reales de claves cuánticas (QKD). Por lo tanto, existe una necesidad urgente de incorporar contramedidas efectivas en los sistemas QKD para contener estas amenazas. La más sencilla para proteger el sistema QKD de este ataque es filtrar adecuadamente la luz que entra en el sistema. [30]

Un ataque cuántico de hombre en el medio en el proceso de calibración del canal cuántico antes del intercambio de claves en un sistema QKD con detectores de fotones individuales de modo cerrado de un solo fotón, puede ser posible si el canal cuántico está bajo el control de Eve en el proceso y los usuarios legítimos no comprueban la legitimidad de las señales de calibración, ya que estas señales no contienen información. [31]

El ataque USD(unambiguous state discrimination) es considerado asumiendo que Eve puede dividir el canal en dos, el canal Alice-Bob y el canal Alice-Eve-Bob sin pérdidas o con pérdidas menores donde ella realiza las mediciones de USD. El canal original Alice-Bob es el clásico-cuántico; En el experimento práctico se consideró el enfoque de los protocolos QKD con estados coherentes débiles codificados que desactivan el ataque de USD utilizando estados señuelo del gato de Schrödinger. [32]

La inyección de SQL es una vulnerabilidad que conduce a un ataque de lenguaje de consulta estructurado (SQL) en el que un atacante puede explotar la sintaxis y las capacidades del propio SQL. En la comunicación cuántica la base de datos está representada por el canal cuántico y el código del programa maligno está representado por un "fotón de programa maligno". [33]

Un nuevo riesgo no tan presente en la criptografía clásica: Los ataques con luz y ventilación, los cuales están relacionados con ataques electromagnéticos. La luz de los dispositivos puede dar información a los

atacantes que no pueden llegar al sistema directamente. La mayoría de los dispositivos electrónicos utilizan diodos emisores de luz (LED) para señalar el funcionamiento normal y para un rápido diagnóstico visual. Estas vías ópticas también abren una puerta trasera para los ataques de inyección óptica, en los que una señal óptica altera el funcionamiento normal del dispositivo. [34]

Ataque de retroceso

en qué detector hacer clic, obteniendo información sobre el bit codificado.

Eve puede aprender qué detector hizo clic y, por lo tanto, conoce el bit

aisladores, MDI-QKD, detector de simetrización

Manipulación de la referencia del oscilador local

En la variable continua QKD (CV-QKD), el oscilador local (LO) puede ser manipulado por Eve si se envía por un canal de comunicación s

Generar LO en el receptor. Recarga de fase, es decir, sincronizar solo la fase de LO

Tabla 3 se presenta una muestra representativa de los principales ataques contra el sistema de distribución de claves cuánticas con su descripción, así como las contramedidas para evitarlos.

CRPTOGRAFÍA CUÁNTICA: SUS USOS Y APLICACIONES

PROBLEMA DE SEGURIDAD	DESCRIPCIÓN	CONTRAMEDIDAS
Ataque de caballo de Troya	Eve prueba el equipo QKD con luz para obtener información sobre la configuración del dispositivo	Amplificación de privacidad (PA), aisladores, filtros
Emisión de fotones múltiples	Cuando se emite más de un fotón en un pulso, la información se codifica de manera redundante en múltiples fotones	(PA), caracterización, estados señuelo, SARG04 y otros protocolos
Codificación imperfecta	Los estados iniciales no se ajustan al protocolo.	(PA), caracterización
Correlación de fase entre pulsos de señal	Los pulsos no aleatorizados en fase filtran más información a Eve, los estados de señuelo fallan	fase de aleatorización, PA
Ataque de luz brillante	Eve manipula los detectores de fotones enviándoles luz brillante.	monitoreo activo, QKD independiente del dispositivo de medición (MDI-QKD)
Desajuste de eficiencia y ataque de cambio de tiempo	Eve puede controlar, al menos parcialmente,	MDI-QKD, simetrización de detectores

La criptografía cuántica es una ciencia que se presenta en teoría como solución a diversas problemáticas y en la aplicación de diferentes ramas entre las cuales se encuentran: la encriptación de datos, firma digital, comunicación segura en el espacio, internet cuántico, intercambio y distribución de claves, red eléctrica avanzada, votación ultra segura, análisis y predicción del ADN y análisis de la estructura funcional del cerebro.

Votaciones limpias con criptografía cuántica

La primera instalación y puesta en práctica mundial de criptografía cuántica en la vida real fue en las elecciones federales en el estado de Ginebra Suiza el 21 de octubre de 2007. El reto para el gobierno de Ginebra era garantizar la máxima seguridad para proteger la autenticidad e integridad de los datos y al mismo tiempo gestionar el proceso con eficacia, también tenían que garantizar el axioma de un ciudadano, un voto.

Normalmente, las urnas selladas se llevan desde los colegios electorales a la estación central de recuento, donde se abren y se cuentan junto con los votos por correo ya entregados. El recuento se realiza manualmente según estrictas normas de procedimiento. Sin embargo, en el mundo moderno

este principio se ha reinterpretado: la comisión electoral lleva a cabo una estrecha vigilancia del recuento y de la introducción de datos, y la autenticidad e integridad de cualquier transferencia de datos posterior se garantiza entonces mediante el más alto nivel de encriptación.

La solución implantada en las elecciones consiste en un cifrado híbrido que utiliza el encriptado de capa 2 de última generación basada en el cifrado AES (Advanced Encryption Standard) de 256 bits combinada con la distribución de claves cuánticas (QKD). La solución Cerberis protege un enlace Gigabit Ethernet punto a punto utilizado para enviar la información de las papeletas de las elecciones desde la estación central de recuento de votos hasta el centro de datos del gobierno de Ginebra. El gobierno de Ginebra ha utilizado con éxito la solución Cerberis de IDQ en todas las elecciones federales desde 2007 como elemento clave para la integridad y la seguridad de las votaciones. [35]



Fig 8 se observa un Cerberis que fue utilizado en el sistema de distribución de claves cuánticas en las elecciones nacionales suizas, el cual se diseñó para proteger la línea exclusiva que transmite las papeletas a la estación de recuento.

Algunos expertos afirman que las comunidades militares y de inteligencia han utilizado habitualmente estos sistemas de distribución de claves cuánticas. Pero la elección de Ginebra es la primera vez que una organización gubernamental dice abiertamente que utiliza esta técnica.

Desde la implementación de la criptografía cuántica en las elecciones en Suiza se han desarrollado otros

prototipos y técnicas para la aplicación de esta tecnología en diferentes sistemas de votaciones; En Odessa Ucrania se propuso un esquema de seguridad criptográfica asistido por ordenador destinado al recuento en unas elecciones. La idea principal es utilizar dos tecnologías de la criptografía cuántica: el compromiso cuántico de bits y el intercambio cuántico.

El esquema de intercambio cuántico del prototipo tiene tres participantes en el procedimiento de intercambio de secretos: Alice, que es la distribuidora, y los otros dos participantes que comparten directamente el secreto: Bob y Charley. Como regla se generaliza un número arbitrario de participantes en el procedimiento de compartir el secreto, al recibir los datos cada uno de los dos agentes ejecuta el intercambio del secreto de acuerdo con el esquema, a continuación los agentes transfieren cada parte del secreto a cada miembro de la comisión. Para completar el procedimiento de recuento de votos todos los miembros de la comisión deben mostrar sus partes del secreto a los demás. De lo contrario, el recuento de votos no se realiza, de esta forma el esquema hace que sea no sea posible manipular los votos. [36]

La criptografía cuántica también ha sido probada en sistemas de votaciones en conjunto con otras tecnologías como el Blockchain cuántico satisfaciendo totalmente los requisitos de seguridad que debe de tener un protocolo de votación electrónico:

- El anonimato está garantizado porque la comunicación segura cuántica prohíbe que otros votantes conozcan la matriz completa.
- Otros votantes no pueden cambiar la papeleta de un votante debido al procedimiento de autenticación de la cadena de bloques cuántica. El propio votante no puede cambiar su papeleta presentada debido a la propiedad de compromiso cuántico.
- La no reutilización se violaría si un votante pudiera añadir con éxito dos papeletas diferentes a la cadena de bloques.
- Cada votante puede comprobar fácilmente si su papeleta enmascarada se ha subido con éxito a la

blockchain porque por su diseño es una base de datos transparente.

- Sólo los votantes autenticados pueden comunicarse con éxito con los mineros.
- La equidad se destruirá si alguien puede contar parcialmente las papeletas antes de la fase de recuento de votos.
- Los usuarios pueden contar las papeletas simplemente calculando la suma de las papeletas enmascaradas. [37]

Para una futura implementación de votaciones utilizando tecnologías basadas en criptografía cuántica se han diseñado reglas de voto cuántico denominadas QLV y QLN. En ambas de ellas las papeletas se lanzan en estados cuánticos y pueden realizarse físicamente con la tecnología actual y la dificultad de la realización física no crece con el aumento del número de votantes. Adicional a estas reglas de voto se planea estudiar el voto y la nominación cuánticos en la situación en la que algunas máquinas de votación cuántica sufren un comportamiento defectuoso. En estas situaciones se utilizarán cadenas de bloques cuánticos como plataforma para ejecutar el voto y la nominación cuántica. [38]

Criptografía cuántica en ciencias de la salud

En la industria de las ciencias de la vida, se espera que la computación y la criptografía cuántica permita una serie de casos de uso innovadores, entre ellos se encuentran: Crear terapias de medicina de precisión vinculando genomas y resultados, afinar los resultados de los pacientes mediante la mejora de la eficiencia de fármacos de moléculas pequeñas y desarrollar nuevos productos biológicos basados en predicciones de plegado de proteínas. [39]

Existe gran expectativa en el sector de salud con respecto a la criptografía cuántica como medida definitiva para garantizar la completa seguridad y privacidad de la información tanto de entidades prestadoras de servicios de salud, farmacéuticas y de pacientes.

Los datos son sagrados en la industria de las ciencias de la vida, tanto desde la perspectiva de la propiedad

intelectual como para garantizar la privacidad de los datos de los pacientes. La definición de la información personal identificable también está evolucionando junto con las nuevas tecnologías ómicas. El acceso protegido a los historiales médicos y el intercambio seguro de datos mediante de datos mediante encriptación cuántica podrían ser algunas de las primeras aplicaciones de la computación cuántica en las ciencias de la vida. Como la computación cuántica puede asegurar la clave y los datos indefinidamente con una encriptación inviolable, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) ha comenzado a centrarse en proporcionar técnicas de encriptación basadas en la tecnología cuántica para aplicaciones de servicios médicos y farmacéuticos. [40]

En la actualidad se han propuesto diferentes sistemas de protección para entidades de prestación de servicios de salud utilizando criptografía cuántica, como esta en la cual el administrador del hospital y el usuario utilizan la clave cuántica para almacenar y acceder a los datos. La clave cuántica se genera a partir de los qubits obtenidos del administrador y se utiliza tanto para el cifrado como para el descifrado, cuando el usuario envía una solicitud, el administrador detecta los qubits para el usuario y compara los qubits para identificar si el usuario es de confianza o no, esta clave utiliza los fotones aleatorios para representar un solo bit de datos. [41]

La criptografía cuántica también ha sido probada en ayudas medicas como imágenes, se ha propuesto que el personal sanitario pueda cifrar las imágenes médicas importantes mediante el esquema de cifrado cuántico, enviando las imágenes cifradas a la nube en donde el personal sanitario de otro lugar podrá consultarlas descifrando el contenido mediante el método propuesto. Este sistema de cifrado cuántico garantiza una alta confidencialidad para los pacientes y los usuarios del sistema sanitario; Para el análisis del rendimiento del enfoque propuesto en un ordenador clásico, se emplearon varias simulaciones y métodos numéricos, como la correlación, la entropía de Shannon, análisis de sensibilidad y análisis de histogramas [42]

Avances en Infraestructura para la implementación de la criptografía cuántica

Para que sea posible la distribución de claves cuánticas es necesario que se realice una transmisión que debe ser confidencial y segura, actualmente la forma más común utiliza fibras ópticas la cual cuenta con una gran estabilidad, pero una considerable pérdida de canal. Otra tecnología utilizada es el espacio libre entre los satélites y las estaciones terrestres con la cual ha sido posible realizar transmisiones incluso a miles de kilómetros.

Los satélites se pueden utilizar para establecer comunicaciones cuánticas a distancias mucho más largas de las que se pueden lograr en la tierra y se pueden utilizar como parte de una arquitectura de red cuántica más grande para vincular redes cuánticas terrestres locales a largas distancias, la creación de redes de esta manera construye una red muy parecida a la Internet actual, por lo tanto, los satélites proporcionan un enfoque a corto plazo para construir una red cuántica global.

Recientemente en China se ha establecido la primera red de comunicación cuántica integrada del mundo, la cual combina más de 700 fibras ópticas en tierra con dos enlaces a satélite la cual permite la distribución de claves cuánticas a una distancia total de 4600 kilómetros recorriendo el este del país desde Shanghái hasta Beijing.

La red cuántica presentada en China consiste en de cuatro QMAN (Redes cuánticas de área metropolitana), una red troncal a escala nacional y una red satélite-tierra-satélite, la topología en estrella es la estructura clave en las cuatro redes y los transmisores del dispositivo de medición y BB84 son esencialmente los mismos. Por lo tanto, los sistemas transmisores de la red de fibra actual pueden utilizarse también para realizar la red QKD independiente de las mediciones. Además, con la ampliación de la red troncal, se formará una topología más sofisticada que mejorará el tiempo-frecuencia, la gravedad cuántica e interferometría a gran escala para aplicaciones de metrología. Y también podrá ser posible realizar la computación distribuida y

repetidores cuánticos en grandes áreas en un futuro próximo. [43]

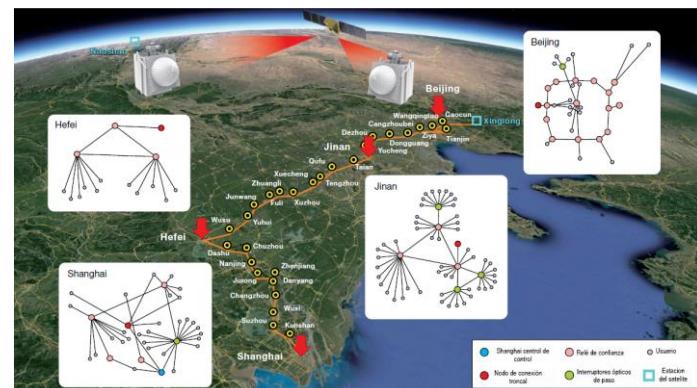


Fig 9 se observa la red cuántica integrada de espacio-tierra. La red consta de cuatro QMAN (en Pekín, Jinan, Shanghai y Heifei; flechas rojas), un enlace de fibra troncal de más de 2.000 km (línea naranja) y dos enlaces satélite-satélite que conectan Xinglong y Nanshan (cuadrados azules), separados por 600 km. Hay tres tipos de nodos en la red: los nodos de usuario (círculos morados). Un satélite cuántico está conectado a las estaciones terrestres de Xinglong y Nanshan; Xinglong también está conectado al QMAN de Pekín por fibra.

En el futuro, se tiene previsto ampliar la red en China y con sus socios internacionales de Austria, Italia, Rusia y Canadá. También pretenden desarrollar satélites QKD a pequeña escala y económicos, así como receptores en tierra y satélites de órbita terrestre media y alta para conseguir una QKD a tiempo completo y a 10.000 kilómetros.

Recientemente, la empresa británica Arqit ha anunciado sus planes para empezar a construir una red QKD mediante satélites. Los satélites se lanzarán en 2023 a través de Virgin Galactic. Esto marca una transición en la comunicación cuántica por satélite hacia el sector privado. [44]

•Carrera comercial por la criptografía cuántica

Actualmente tres empresas son pioneras en el campo de la criptografía cuántica: BBN Technologies de Boston (EE.UU.), MagiQ de Nueva York (EE.UU.) e ID Quantique de Ginebra (Suiza). Todas ellas han probado sistemas de criptografía cuántica con clientes como bancos y otras instituciones financieras, sin embargo, existen muchas otras entidades incursionando en el negocio con diferentes aplicaciones de encriptación comercial.

Qrypt : Es un startup con sede en Nueva York que tiene su propia solución criptográfica. La empresa afirma que su solución de cifrado es capaz de proteger a las empresas y la información privada en el presente y en el futuro.

“El cifrado de seguridad cuántica de Qrypt ofrece a las personas las herramientas que necesitan para asegurar de forma inmutable sus datos y su derecho a la privacidad. A través de grandes alianzas y un equipo inigualable, hemos construido métodos y aplicaciones de cifrado patentados que permiten a todos reclamar su derecho a la autonomía digital”.

www.qrypt.com

Single Quantum: La empresa con sede en los Países Bajos ofrece soluciones para la detección de fotones en el extremo del receptor con una alta precisión.

“Fundado en 2012, Single Quantum surgió como auténticos pioneros de la tecnología de detección de fotones individuales: fuimos de los primeros en fabricar y comercializar detectores de fotones individuales de nanohilos superconductores. Desde entonces, nuestro sistema multicanal de detección de fotones Single Quantum Eos ha sido elegido por más de 100 laboratorios académicos e industriales de todo el mundo para realizar complejas mediciones ópticas, Single Quantum desarrollará los sensores de luz más rápidos y sensibles del mundo, limitados únicamente por las leyes de la física”. <https://singlequantum.com/>

Post-Quantum: La empresa proporciona soluciones de protección contra la amenaza cuántica y ofrece soluciones comerciales y gubernamentales. Post-Quantum dispone de soluciones como algoritmos de cifrado y soluciones de ciberseguridad.

“Hoy en día hemos construido un conjunto de productos utilizables y seguros desde el punto de vista cuántico que abarcan el cifrado, la transmisión y la identidad. Estos productos protegen los datos desde el momento en que se crean, mientras se transmiten y frente a riesgos adyacentes como los ataques a la identidad cuántica. Nuestra tecnología se combina para ayudar a las organizaciones a conseguir un “ecosistema seguro desde el punto de vista cuántico” que proteja cada punto de vulnerabilidad”. www.post-quantum.com

Crypto Quantique: Los productos, plataformas y servicios tecnológicos de Crypto Quantique proporcionan seguridad de extremo a extremo en

todas las redes de IoT con ciberseguridad impulsada por la tecnología cuántica. La empresa afirma tener una seguridad impulsada por la cuántica en un chip que puede generar múltiples claves criptográficas que no necesitan ser almacenadas y utilizadas independientemente en múltiples aplicaciones.

“Crypto Quantique es un pionero de la seguridad del IoT. Hemos combinado la criptografía y la física cuántica para desarrollar productos de seguridad que impulsan la seguridad de extremo a extremo y desbloquean la escalabilidad de las redes de IoT”.

www.cryptoquantique.com/

ID Quantique: Fundada en 2001 como un spin-off del Grupo de Física Aplicada de la Universidad de Ginebra, ID Quantique es el líder mundial en soluciones criptográficas de seguridad cuántica, diseñadas para proteger los datos del futuro. La empresa ofrece cifrado de redes seguro desde el punto de vista cuántico, generación de claves cuánticas seguras y soluciones de distribución de claves cuánticas, así como servicios al sector financiero, las empresas y las organizaciones gubernamentales de todo el mundo.

“Los productos de IDQ son utilizados por clientes gubernamentales, empresariales y académicos en más de 60 países y en todos los continentes. Como empresa privada suiza centrada en el crecimiento sostenible, IDQ está orgullosa de su independencia y neutralidad, y cree en el establecimiento de relaciones a largo plazo y de confianza con sus clientes y socios”. www.idquantique.com/

El naciente interés en la criptografía cuántica la convierte en un campo de batalla comercial en la cual una cantidad cada vez más elevada de empresas se pelean por la supremacía no solo gubernamental y militar si no por una implementación de tecnologías y productos al público común a futuro cercano.

CONCLUSIONES

La criptografía cuántica tendrá uso como medida paralela a la criptografía post cuántica para codificar la transmisión de información de forma segura durante la era de computación cuántica salvaguardando información sensible que podrá ser vulnerable a este tipo de computadoras en un futuro cercano.

La criptografía cuántica ha demostrado resistencia

a los diferentes ataques informáticos a los que se ha puesto a prueba y ha demostrado una capacidad de mejora continua a vulnerabilidades encontradas lo que la convierte en un método de encriptación seguro y confiable para su implementación.

La distribución de claves cuánticas (QKD) es la única tecnología perteneciente a la criptografía cuántica que está siendo comercializada a la fecha ya que no requiere el uso de un computador cuántico y puede ser implementada con tecnología que ya se comercializa sin restricción, pero aun así sin ser de aplicación general.

La Normalización y estandarización de tecnologías de computación y criptografía post cuántica realizadas por la ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) y la ENISA (Agencia Europea de Seguridad de las Redes y de la Información) dan a entender que la era de la computación cuántica esta próxima a ocurrir y con una alta posibilidad de que sea en la presente década.

Varios países han realizado estudios, pruebas e implementaciones basados en criptografía cuántica sin embargo es China el país que está a la vanguardia y lleva un paso adelante con respecto a avances e implementaciones reales, además de promover la investigación y e desarrollo contante en esta área a través de los programas de la Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China.

Una gran cantidad de los avances actuales de la criptografía cuántica aún son desconocidos para el público común por ser parte de programas gubernamentales y militares y no se descarta que esta ciencia este siendo investigada como parte de una carrera armamentista entre países que están rivalizados como medio de ataque y/o protección de la información confidencial de un país.

REFERENCIAS

- [1] S. Aggarwal, S. Houshmand y M. Weir, *New Technologies in Password Cracking Techniques*, Santa Clara University, 2018, p. 181.
- [2] M. Moizuddin, D. Winston y M. Qayyum, «Comprehensive Survey: Quantum Cryptography,» de 2017 2nd International Conference on Anti-Cyber Crimes (ICACC), 2017.
- [3] R. Oppiger, *Cryptography 101 From Theory to Practice*, Artech House, 2021, p. 1.
- [4] A. Kahate, *Cryptography and Network Security*, McGraw-Hill Education Pvt. Ltd, 2018.
- [5] D. M. A. Cortez, A. M. Sison y R. P. Medina, «Cryptanalysis of the Modified SHA256,» de Conference on Big Data and Artificial Intelligence, 2020.
- [6] J. Ma, «Basic application of mathematics in cryptography,» de International Conference on Modern Education and Information Management, Santa Barbara-Usa, 2020.
- [7] S. Gajbhiye, S. Karmakar, M. Sharma y S. Sharma, «Paradigm Shift from Classical Cryptography to,» de Proceedings of the International Conference on Intelligent Sustainable Systems, Palladam, India, 2017.
- [8] K. T. Schütt, S. Chmiela, A. von Lilienfeld , A. Tkatchenko y K. Tsuda, «Quantum Mechanics,» de Machine Learning Meets Quantum Physics, Berlin, Springer, 2020, pp. 15-17.
- [9] L. Duan, «Creating Schrödinger-cat states,» *Nature Photonics* , 2019.
- [10] H. R. Pawar y H. Dinesh G. , «Classical and Quantum Cryptography for Image Encryption & Decryption,» de International Conference on Research in Intelligent and Computing in Engineering (RICE), Badnera-India, 2018.
- [11] S. Epstein, «Algorithmic No-Cloning Theorem,» *IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY*, vol. 65, nº 9, Septiembre 2019.
- [12] J. Ortigoso, «Twelve years before the quantum no-cloning theorem,» *Am. J. Phys.* vol. 86, nº 3, March 2018.
- [13] E. T. H. Wu, «Photon Polarization and Entanglement Interpreted by Yangton,» *Journal Of Applied Physics*, vol. 12, nº 3, Jun 2020.
- [14] X. Wang y M. M. Wilde, «Cost of Quantum Entanglement Simplified,» *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, vol. 125, 2020.
- [15] S. Mitra, J. Bappaditya, S. Bhattacharya, P. Pal y J. Poray, «Quantum Cryptography: Overview,Security Issues and Future Challenges,» de International Conference on Opto-Electronics and Applied Optics (Optronix), 2017.
- [16] D. Giampouris, «Short Review on Quantum Key Distribution Protocols,» *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 988, p. 149–157, 2017.
- [17] A. Nanda, D. Puthal, S. P. Mohanty y U. Choppali, «A Computing Perspective on Quantum Cryptography,» *IEEE Consumer Electronics Magazine*, p. 59, Nov 2018.
- [18] A. I. Nurhadi y N. Rachmana Syambas, «Quantum Key Distribution (QKD) Protocols: A,» de 4th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT), 2018.
- [19] J. Bobrysheva y S. Zapechnikov, «Post-Quantum Security of Communication and New Perspectives,» de IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EICONRus), Moscow, Russia, 2019.
- [20] O. Grote, A. Ahrens y C. Benavente-Peces, «A Review of Post-quantum Cryptography and Crypto-agility Strategies,» Wismar, Germany, 2019.
- [21] D. J. Bernstein y T. Lange, «Post-quantum cryptography,» *Nature* Vol 549, 14 September 2017.
- [22] L. Chen, S. Jordan, L. Yi-Kai, D. Moody, R. Peralta, R. Perlner y D. Smith-Tone, «Report on Post-Quantum Cryptography,» Gaithersburg, MD, 2018.
- [23] ENISA, «Post-Quantum Cryptography: Current state and quantum mitigation,» ENISA, Attiki, Athens, 2021.
- [24] M. Zavala y B. Barán, «QKD BB84. A Taxonomy,» de 2021 XLVII Latin American Computing Conference (CLEI), Cartago, Costa Rica, 2021.
- [25] Y. Ma, L. Yi, W. Guochen y X. Zha, «Performance optimization of decoy-state BB84- and MDI- QKD protocol and,» *Optical Fiber Technology*, vol. 52, 2019.
- [26] G. Labadzea, , Iavichb y G. Iashvilib, «Proceedings of

the 26th International Conference on Information Society and University Studies,» Kaunas, Lithuania, 2021.

[27] O. Amer y W. O. Krawec, «Finite Key Analysis of the Extended B92 Protocol,» de 2020 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT), Los Angeles, USA, 2020.

[28] W. O. Krawec y S. A. Markelon, «A Semi-Quantum Extended B92 Protocol and its Analysis,» de Quantum Information Science, Sensing, and Computation XII, Connecticut, USA, 2020.

[29] A. Byungkyu, H. Jinyoung, S. Youngjin y H. Jun, «Implementation of Plug & Play Quantum Key Distribution Protocol,» de Tenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), Prague, Czech Republic, 2018.

[30] . S. Shihan, M. Carter y J. Nitin, «Invisible Trojan-horse attack,» Scientific Reports , vol. 7, 2017.

[31] F. Yang-Yang , M. Xiang-Dong , G. Ming, H. Wang y Z. Ma, «Quantum man-in-the-middle attack on the calibration process of quantum key distribution,» Scientific Reports, vol. 8, 2018.

[32] A. Gaidash, A. Kozubov y G. Miroshnichen, «Overcoming unambiguous state discrimination attack with the help of Schrödinger Cat decoy states,» Optica , vol. X, 2018.

[33] H. Amellal, A. Meslouhi y Y. Hassouni, «SQL injection principle against BB84 protocol,» de International Conference on Wireless Technologies, Embedded and Intelligent Systems (WITS), Rabat, Morocco, 2017.

[34] J. C. Garcia, S. Sajeed y M. Vadim, «Attacking quantum key distribution by light,» PLoS ONE, vol. 15, 2020.

[35] ID QUANTIQUE SA, «Distribution, Securing Data Transfer for Elections-Ethernet Encryption with Quantum Key,» Ginebra, Suiza, 2017.

[36] M. Karpinski, T. Gancarczyk, A. Klos-Witkowska, I. Limar y Y. Vasiliu, «Security Amplification of the Computer-Aided,» de 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Bucharest, Romania, 2017.

[37] S. Xin , Q. Wang, K. Piotr y M. Sope, «A Simple Voting Protocol on Quantum Blockchain,» de International Journal of Theoretical Physics, 2019.

[38] G. Meiyun, P. Kulicki, M. Sopek, D. Qiu, F. He y S. Xin, «Distributed Quantum Vote Based on Quantum Logical,» de Project: Quantum-enhanced Logic-based Blockchain, Lublin-Poland, 2022.

[39] F. Flöther, C. Moose y I. Tavernelli , «Exploring quantum computing use cases for life sciences,» Institute for Bussines Value IBM, 2020.

[40] TATA Consultancy Services , «Life sciences research and quantum computing: The future is almost here,» Bombay, India, 2021.

[41] M. Rubesh , K. Sakthida y M. Thangapandian, «Quantum Key Distribution and Cryptography,» de International Conference on Communication and Signal Processing (ICCP), Chennai, India, 2018.

[42] A. A. Abd El-Latif, B. Abd-El-Atty y M. Talha, «Robust Encryption of Quantum Medical Images,» IEEE Access , vol. 6, pp. 1073 - 1081, 2017.

[43] Y.-A. Chen, Q. Zhang, T.-Y. Chen y C. Wen-Qi , «An integrated space-to-ground quantum communication network over 4,600 kilometres,» Nature, n° 589, p. 214–219, 2021.

[44] ARQUIT CENTRICUS, «Centricus Acquisition Corp. To Combine With,» 21 05 2021. [En línea]. Available: https://dcswhimef-res.cloudinary.com/image/upload/v1620817479/WhitePapers/CENTRICUS_ACQUISITION_CORP._TO_COMBINE_WITH_ARQUIT_LIMITED_A_LEADER_IN_QUANTUM_ENCRYPTION_TECHNOLOGY_.pdf.

DISEÑO PARA PROTOTIPOS DE INTERNET DE LAS COSAS APLICADO A CULTIVOS AEROPÓNICOS

INTERNET OF THINGS PROTOTYPES DESIGN APPLIED TO AEROPONIC CROPS

Parra, Héctor *, Tapias, Juan²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Tolima

² Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Tolima

*hector.parra@unad.edu.co

Resumen - Este documento proporciona diferentes diseños de prototipos IoT (Internet of Things) para implementarse en cultivos aeropónicos haciendo uso de tecnologías que incorporan IoT. Para ello se realiza una revisión bibliográfica sobre la definición de IoT, se revisan las tecnologías WiFi, LoRa, Zigbee y Sigfox dada su importancia en la industria 4.0. Además, se identifican diferentes tipos de sensores en humedad, pH, temperatura y conductividad, aplicables a cada diseño. En todos los diseños se muestran las características necesarias para su funcionamiento, teniendo en cuenta la tecnología a usar, ventajas y desventajas que poseen, así como los costos de manera adimensional entre cada uno de los prototipos.

Palabras clave— Agroindustria, Industria 4.0, IoT, LoRa, WiFi,

Abstract - This document provides different IoT (Internet of Things) prototypes designs to be implemented in aeroponic crops incorporating IoT technologies. A bibliographic review is carried out on the definition of IoT, WiFi, LoRa, Zigbee and Sigfox technologies and their importance in industry 4.0. Further, different types of humidity sensors, pH, temperature and conductivity, applicable to each design, are identified. In all the designs the necessary characteristics for its operation are shown, taking into account the technology to be used, advantages and disadvantages that they possess, as well as the costs in a dimensionless way between each of the prototypes.

Keywords— Agroindustry, Industry 4.0, IoT, LoRa, WiFi

I. INTRODUCCIÓN

El internet de las cosas se ha convertido en una de las tecnologías que mayor impacto ha causado en la industria, cambiando las formas,

los métodos y las capacidades de producción. Hoy por hoy, IoT es líder en el desarrollo de la industria 4.0, la educación y la salud. En el campo de la agricultura, monitorear y registrar los eventos en tiempo real ha hecho que sea más

fácil y conveniente obtener información actualizada. [1]. Es en ese contexto donde el sector agrícola se ha convertido en uno de los campos donde IoT ha tenido mayor impacto, generando la llamada *agricultura inteligente*, la cual permite que el agricultor realice y desarrolle sus labores de una manera más eficaz. [2]

Otro beneficio importante que trae IoT al sector agrícola, es la creación de nuevas técnicas de cultivo alternativas al tradicional cultivo en tierra. Una de esas técnicas más representativas, son los cultivos aeropónicos, los cuales tienen una fuerte dependencia de tecnologías como el IoT para ejecutar las labores de monitoreo y control. Estos cultivos traen numerosos beneficios tales como, un menor o casi nulo uso de pesticidas en las plantas, ahorro de recurso hídrico, mayor producción por cada metro cuadrado sembrado, sostenibilidad y agricultura limpia, entre otras, convirtiéndose así en unas de las técnicas de cultivo más importantes para el futuro. [3]

Con lo anterior como contexto, se realizan dos diseños de prototipos IoT enfocados en los cultivos aeropónicos, para lo cual se investiga sobre las diferentes tecnologías y se muestran diferentes esquemas que se pueden implementar, trabajando fuertemente con tecnologías LoRa y WiFi.

Por ello, se pretende inicialmente, documentar información relevante de IoT y las diferentes tecnologías que se destacan en la Internet de las cosas y cómo se enfocan este tipo de cultivos. Posteriormente se consulta sobre los diferentes sensores a usar para medición de algunas variables. Y por último se analizan los diseños para cada prototipo, exponiendo sus ventajas y desventajas con el fin de permitir tomar la decisión del esquema que más se adapte a la necesidad del cultivo aeropónico.

II. MARCO TEÓRICO

A. Definiciones de IoT

La definición de internet de las cosas se asocia a la conexión existente entre objetos tecnológicos e internet y esto se desarrolla en la medida que la tecnología avanza, generando una dependencia de compartir y controlar lo que nos rodea. [4] Por otro lado el internet de las cosas se constituye en el componente tecnológico fundamental de la industria 4.0 [5]

El profesor Kevin Ashton del MIT, fue el primero en acuñar el término '*Internet of Things*' de forma pública, haciendo que desde entonces la popularidad IoT creciera cada vez más. [6]

Y si bien es cierto que IoT es una tecnología que ha venido gestándose desde hace mucho tiempo, existen una serie de avances recientes que han detonado su espectacular desarrollo, las cuales se resumen en:

- Sensores asequibles y confiables que hacen que la tecnología IoT se desarrolle y llegue a más fabricantes
- Conectividad optimizada. Existe una gran cantidad de protocolos de red que se han desarrollado y permiten la conexión de los sensores a la nube generando una transferencia de datos mucho más eficiente.
- Plataformas en la nube. Con el aumento de la disponibilidad de plataformas en la nube, también aumentó la tendencia de las empresas y usuarios en acceder a la infraestructura de la nube sin tener que preocuparse de administrar.
- Aprendizaje automático. Con los continuos avances en inteligencia artificial, y los accesos cada vez más rápidos a grandes cantidades de datos en la nube, las empresas pueden ahora recopilar los datos de una forma más rápida y fácil. [7]

B. Tecnologías para manejar IoT

WiFi: se trata de una tecnología de red inalámbrica que permite a los dispositivos (como equipos portátiles, de escritorio, teléfonos inteligentes, cámaras de video, entre otros)

interactúen con internet e intercambien información entre sí formando una red. WiFi es una marca registrada por una empresa de marketing que funciona como sello de interoperabilidad y se define en el estándar IEEE 802.11 donde se establecen los protocolos que permiten las comunicaciones con dispositivos inalámbricos. [8]

LoRa: (Long Range), es una tecnología inalámbrica no celular de largo alcance y baja potencia. La tecnología de modulación fue desarrollada por French Cycleo, que fue adquirida por Semtech con sede en EE. UU en 2012 [9]. LoRa es una tecnología ideal para conexiones a grandes distancias y para redes de IoT en las que se necesitan sensores que no dispongan de corriente eléctrica de red, teniendo grandes aplicaciones en las llamadas Smart Cities (ciudades inteligentes), en lugares con poca cobertura (como explotaciones agrícolas o ganaderas en el campo) y para construir redes privadas de sensores y/o actuadores [10].

ZigBee: Zigbee es una tecnología inalámbrica de baja tasa de transferencia, bajo consumo de energía. La IEEE y Zigbee Alliance han estado trabajando estrechamente para especificar toda la pila de protocolo. Este protocolo sigue la definición por capas del modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos OSI (Open System Interconnection). IEEE 802.15.4, se centra en la especificación de las dos capas inferiores del protocolo (capa física, control de acceso al medio). Por otro lado, Zigbee Alliance, proporciona las capas superiores de la pila del protocolo desde la capa de red hasta la de aplicación [11].

SigFox: La tecnología SigFox es parte de la familia de tecnologías LPWAN, empleada principalmente para el desarrollo de redes IoT, cuando el volumen de datos enviados (datos que a menudo son tomado de los sensores) es bajo (desde unos pocos bytes y alcanzando cientos de kilobytes), el rango operativo es grande (alcanzando decenas de km), y el consumo actual es muy bajo (del orden de mA o decenas de mA por transmisión) [12].

C. IoT en la agricultura

Durante los últimos años se ha extendido el uso de IoT en aplicaciones centradas en la vida humana que mediante el uso de IoT se han extendido a distintos ámbitos como el hogar, transporte, comunidad, monitoreo remoto, redes inteligentes, infraestructura y defensa entre otros. [13]

El uso de IoT en la agricultura se puede describir como una tecnología que se enfoca en organizar la red sensorial que permite recolectar información de tierras aptas para la agricultura gracias al análisis en tiempo real y la transmisión de estos resultados al agricultor para que pueda tomar decisiones eficaces. [14]

Y se ha convertido en tendencia global impulsada por la organización de las Naciones Unidas a través de la FAO (organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación) quienes en 2017 indicaron que la mecanización agrícola es la clave para la generación de aumentos en productividad e indudablemente IoT hace parte fundamental de esta mecanización y adopción tecnológica en el agro. [15]

Un estudio realizado en 2016 por investigadores del College of Arts and Science Yangtze University de China indicaba que el IoT es la clave para lograr generar el aumento en la productividad agrícola que se necesita para el año 2050, incrementando la productividad mundial en un 70%, en un mundo que estima estaría llegando cerca de los 9.5 billones de personas. [16]

A nivel de tecnología, IoT en la agricultura tiene un gran aliado gracias a la computación en la nube para el tema de tratamiento de los datos en los siguientes usos [17]

- Uso eficiente de insumos con fertilizante y pesticidas
 - Reducción de costos
 - Control de ganado
 - Agricultura de interiores
 - Invernaderos y establos

- Piscicultura
- Monitoreo de almacenamiento en tanques de agua
- Tanques de combustible

IoT presenta numerosas ventajas (ver Figura 2) con redes WSN [18].



Figura 2. Ventajas de IoT en la industria

D. IoT aplicado a proyectos Aeropónicos

El internet de las cosas ha revolucionado el sector agrícola en cuanto a las formas y métodos de cultivo, propiciando un creciente mercado en cultivos alternativos a los cultivos tradicionales. La aeroponía es una de las técnicas que más se ha visto beneficiada por el fuerte componente y dependencia de IoT, creciendo en popularidad a velocidades muy rápidas, gracias a sus numerosas ventajas que la hacen innegablemente superior a las técnicas de cultivo tradicionales.

Un ejemplo de lo anterior lo vemos en Japón, donde grandes empresas y universidades han estado desarrollando desde el año 2009 técnicas de producción aeropónicas, y la cantidad de fábricas de plantas aeropónicas ha pasado de 50 en 2009 a más de 150 para el año 2013. Casos como estos se replican en países como Holanda, Israel o Indonesia. [18]

En Colombia por su parte este tipo de técnicas de cultivo ha tenido más dificultades para desarrollarse, sin embargo, en la última década se ha tenido un crecimiento de más del 200% en el mercado, existiendo diversos aspectos por

superar para potencializar más este crecimiento. [19]

E. Variables de medición en cultivos

PH. Potencial hidrógeno, se trata de la cantidad de acidez o alcalinidad que existe en cierta solución y permite indicar la concentración de iones tipo hidronio que existen en las sustancias. Esto es importante porque es necesario conocer la cantidad de pH adecuada para cada tipo de cultivo ya que esto afecta a la disolución de los nutrientes y por ende al equilibrio nutricional de la planta. [20]

RH. Humedad relativa. Se trata de la concentración de vapor de agua en el aire que se mide teniendo como base a un porcentaje máximo dadas unas condiciones de temperatura y presión. Esta variable es muy importante porque influye en relación con la temperatura, y afecta también a los puntos de condensación y evaporación, debido a la disponibilidad de agua.

Temperatura. Se trata de una magnitud física que permite medir el nivel de calor que los cuerpos tienen o del entorno. Esta variable afecta directamente al desarrollo de la planta, por lo que, si no se cuenta con equilibrio en esta variable, se puede afectar al desarrollo del cultivo.

Conductividad eléctrica. Es la concentración de sales solubles en la solución del sustrato en el cultivo. También hace referencia a la capacidad de cierto material en conducir corriente eléctrica y cuánto más alto sea el valor más fácil se moverá la corriente a través del elemento. Esto indica que cuanta más conductividad eléctrica mayor será la concentración de sales. Por esto es muy importante analizar la conductividad eléctrica dentro de un sustrato para no afectar negativamente al desarrollo del cultivo. [21]

III. DISEÑO DE PROTOTIPOS

Teniendo en cuenta las diferentes tecnologías que puede usar el internet de las cosas, se proponen dos prototipos, donde se detallan los sensores a usar y las ventajas y desventajas que puede tener cada uno de los prototipos, para elegir la mejor opción en la implementación.

A. Sensores

Sensor de humedad y temperatura SHT10

Es un sensor (ver Figura 3) usado para el monitoreo de humedad y temperatura dentro del cultivo. Posee una alta precisión, rápida respuesta y un bajo consumo. Soporta temperaturas de hasta 120°C, y humedad 0-100%. Tiene un tipo de interfaz I2C. Precisión de temperatura de ± 0.5 °C y humedad: 0-100% RH. [22].



Figura 3. Sensor de humedad y temperatura SHT10.[22]

Sensor de pH

Es un sensor análogo tipo OEM (ver Figura 4) que se ha diseñado para trabajar con microcontroladores. Contiene un electrodo industrial, la tarjeta conecta a los cables de alimentación y cuenta con un conector BNC para acoplar el electrodo. Trabaja a un voltaje de 5v, tiene un rango de medición de 0-14 pH, precisión de ± 0.1 pH (25°C), **tiempo de respuesta de ≤ 1 min**, ajuste de ganancia con potenciómetro e indicador LED para alimentación [23].



Figura 4. Kit Sensor análogo PH Gravity [23]
mcielectronics.cl

Sensor de conductividad

Sensor de conductividad eléctrica usado para reconocer variables que afectan las raíces de las plantas tales como la salinidad de suelo (ver Figura 5), de los sistemas de riego, y las soluciones fertilizantes que puedan afectar al crecimiento y calidad de las plantas. Voltaje de funcionamiento de 5VDC, rango de medición de 1 ms/cm - 20 ms/cm, temperatura de 5 - 40 °C, precisión: $\pm 10\%$ FS [24]



Figura 5. Sensor de conductividad eléctrica analógico [24]

B. Prototipo IoT con WiFi

Para interconectar los diferentes sensores y medir variables puntuales en la agroindustria, estos deben conectarse a una tarjeta que posea algún protocolo de conexión inalámbrica a Internet. La familia ESP, provee a un bajo costo, chips con tecnología WiFi, la cual por medio de una programación básica de SSID y password, se conecta a la red Inalámbrica y por medio de otras configuraciones, se obtiene la información en tiempo real o alarmas en dispositivos remotos,

permitiendo actuar de manera efectiva frente a situaciones que se presenten.

El esquema para este prototipo (ver Figura 6), parte de la conexión de los diferentes sensores (humedad, temperatura, flujo de corriente, ph, etc) a la tarjeta ESP82xx, revisando la cantidad de pines disponibles de acuerdo con la necesidad. La placa se conecta a Internet por medio del módulo que posee esta y posteriormente se configura los dispositivos remotos con los cuales se observa, monitorea y actúa los sensores.

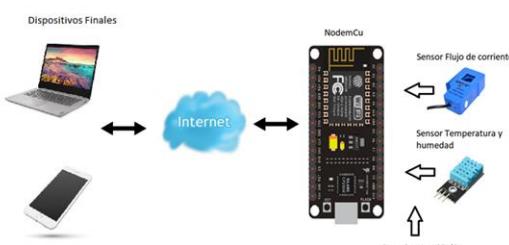


Figura 6. Esquema general prototipo IoT-WiFi

Para que exista comunicación entre los dispositivos remotos con los sensores, es necesario tener un ISP (Internet Services Provider) que provea la conexión a Internet. Para este caso la tarjeta ESP, necesita estar dentro de la cobertura del modem prestador del servicio, para garantizar el envío de la información.

C. Prototipo IoT con LoRa

Para el prototipo con tecnología LoRa, existen dos variantes que se pueden implementar. La primera (ver figura 7), en la cual cada sensor debe conectarse a un par de módulos LoRa, con el fin de enviar y recibir información con baja tasa de bits, pero abarcando grandes distancias (según la referencia del módulo) y los módulos se conectan a una placa Raspberry pi-3, que por medio de python, se puede generar un código para que esta se conecte a internet y poder tener la información en la nube para monitorear los sensores desde dispositivos remotos, como celulares o computadores.

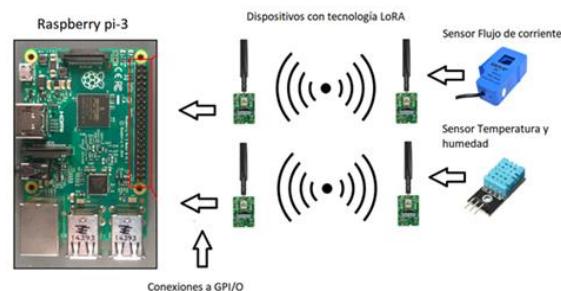


Figura 7. Esquema general prototipo IoT - LoRa con Raspberry

La segunda variante para este prototipo (ver Figura 8) es usando un Gateway Lora [25], que es el encargado de centralizar la información de los módulos LoRa que se encuentran conectados a los sensores, para posteriormente por medio de Internet o redes celulares 3G y/o 4G (Según las características del gateway), se envíe la información a los dispositivos remotos para obtener en tiempo real la información que suministra cada sensor y así actuar inmediatamente.

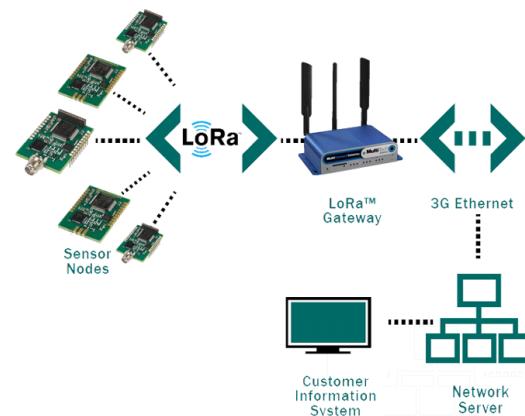


Figura 8. Esquema general prototipo IoT - LoRa con gateway [25]

D. Análisis de los módulos WiFi y LoRa

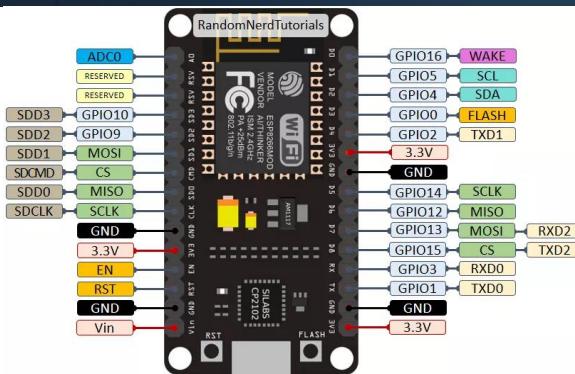


Figura 9. Pinout módulo ESP 8266 [26]

La ESP8266 es uno de los chips WiFi más integrados de la industria; integra la antena, interruptores, balun RF, amplificador de potencia, amplificador de recepción de bajo ruido, filtros, módulos de gestión de energía, requiere un mínimo de circuitos externos, y la solución completa, incluido el módulo frontal, está diseñada para ocupar un área mínima de PCB [26].

Al trabajar esta tarjeta (ver Figura 9), se debe revisar la cantidad de puertos (17 GPIO) de propósito General de entrada/salida que posee, ya que esto puede limitar la implementación del prototipo para la agroindustria, aunque se puede trabajar en otras aplicaciones, como el hogar. Al ser una tarjeta tan pequeña y de aplicaciones sencillas el costo es bajo y de fácil adquisición.

El módulo Raspberry Pi contiene procesador, memoria, eMMC Flash y circuitos de alimentación de apoyo. Estos módulos permiten que se aproveche el hardware y software de la tarjeta en múltiples aplicaciones (la industria en general). Además, estos módulos tienen 48 interfaces (ver Figura 10) de E / S para conexión de diferentes sensores y actuadores y puertos USB y HDMI para conectar diferentes periféricos (Pantalla, teclado, mouse, entre otros). Debido a todas las características que posee, el costo de este módulo es aproximadamente 20 veces el ESP 8266.

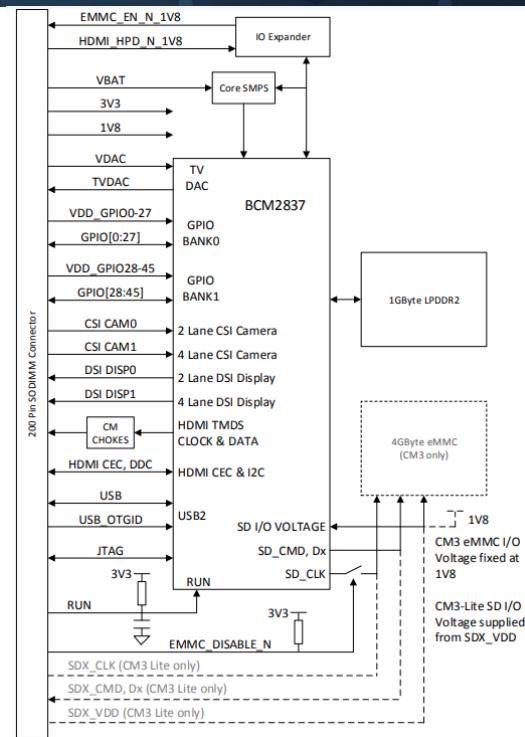


Figura 10. Pinout módulo Raspberry [27]

El equipo LG 01 es un Gateway LoRa de código abierto y de un solo canal que permite la conexión entre sensores y actuadores de la red LoRa con la red IP vía WiFi (ver Figura 11) para que la información se almacene en un Servidor o directamente pueda verse desde dispositivos remotos, Ethernet o 3G/4G. La tecnología inalámbrica LoRa permite a los usuarios enviar datos y alcanzar rangos extremadamente largos a velocidades de datos bajas. Proporciona comunicación de espectro extendido de rango ultra largo y alta inmunidad a interferencias [28].

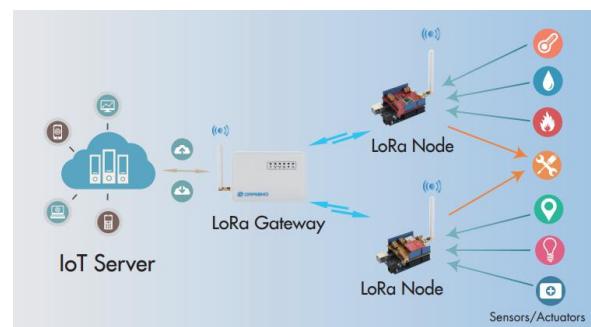


Figura 11. Esquema de red LoRa [29]

El gateway LoRa posee pines compatibles con arduino (ver Figura 12), entre estos 7 puertos digitales I/O y 7 puertos análogos. Además, cuenta con 2 puertos PWM y 1 puerto I2C, los cuales permiten una conexión cableada, en caso de no tener nodos LoRa para conexión de sensores o actuadores. Al ser un equipo más complejo, comparado con los anteriores, el costo es alrededor de 30 veces el ESP8266.

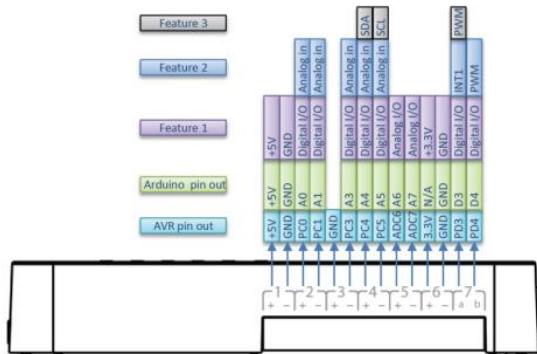


Figura 12. Pinout Gateway Lora LG 01[29]

Adicionalmente es necesario, para los dos últimos módulos (Raspberry pi y Gateway LoRa), adquirir los nodos LoRa (ver Figura 13), los cuales permiten la comunicación entre los sensores hacia cada uno de las placas, el cual tiene un costo aproximado de 10 veces un módulo ESP.



Figura 13. Nodo Lora Shield [28]

Todos los esquemas mostrados anteriormente pueden dar solución a la construcción del prototipo, pero esto depende de la cantidad de variables a sensar, de la distancia entre los sensores y la conexión a internet, de la seguridad

de la información que se desee brindar e incluso de las características de vida útil de las tarjetas

IV. CONCLUSIONES

Las diferentes tecnologías que se encuentran en desarrollo y que exponencialmente crecen y cambian día tras día, permiten desarrollar prototipos de acuerdo con el nicho de mercado, precisión y costo que requieran los diferentes cultivos y empresas o sector campesino, garantizando una medición de variables en tiempo real para una toma de decisiones adecuada o controlada automáticamente.

Es de resaltar que las tecnologías que se pueden trabajar en IoT son numerosas, pero para este caso se tuvo en cuenta dos de ellas (WiFi y LoRA). La primera, la cual es conocida por todos los usuarios por el uso constante que se le da, pero cuya limitante puede ser la cobertura de acuerdo con el tipo de antena, ancho de banda, frecuencia, entre otras variables. La segunda, es nombrada por su largo alcance, frecuencia, empaquetado y niveles de potencia, que permiten una cobertura bastante alta en espacios abiertos.

Con respecto a los dispositivos propuestos en este artículo, la tarjeta ESP8266 se proyecta como un gran componente en el prototipo de medición para los cultivos aeropónicos donde resaltan sus características de integralidad, ya que aglomera sensores, antenas, interruptores, transmisores, amplificadores, filtros, módulos de gestión de energía, y demás en un solo elemento. Otro punto a favor es la adaptabilidad de espacio, dado su pequeño tamaño. Todo esto lo constituye en una herramienta eficaz para lograr una medición y sensado de variables óptimas, sin importar las problemáticas de distancia, interferencias, y consumo energético.

Respecto al Nodo LoRa Shield, sus características más relevantes parten del alcance que tiene a grandes distancias con velocidades bajas de transmisión generando una amplia gama de espectro y una gran inmunidad para las interferencias. También se resalta su

característica de interoperabilidad ya que posee pines que permiten adaptarlo a tarjetas Arduino y Raspberry convirtiéndose en un dispositivo más funcional y práctico.

Las tecnologías LoRa y Wifi que incluyen estos diseños de prototipos IoT son de vital importancia en los cultivos aeropónicos ya que permiten un rápido desarrollo de sistemas de control y monitoreo lo que genera grandes beneficios tales como [30]:

- Producción de alimentos más saludables a menor costo
- Mayores producciones por unidad de área
- Disminuciones en la temperatura de la cámara radicular
- Mejoras en el ambiente de crecimiento de las plantas
- Mayor precisión en las mediciones
- Reducción en el uso de pesticidas y riesgos fitopatológicos

REFERENCIAS

- [1] Salazar, J., Silvestre, S., (2016) Internet de las cosas. Praga: European Virtual Learning Platform for Electrical and Information Engineering Techpedia.
- [2] Gimeno, L., (2016) Agricultura hidropónica, una opción ecológica y sostenible de la mano de la tecnología. Radio Canadá Internacional (RCI).
- [3] Ayaz, A., Suleman, M., Ahmed, M., Nabi, M., & Ramzan, U. (2019). A Review of Agro-Industry in IoT: Applications and Challenges. QUEST RESEARCH JOURNAL, 28–33.
- [4] Parra, J., Guerrero, C., & Rico, D. (2017). IOT: una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente. Revista Ingenio UFPSO, Vol 13.
- [5] Cruz, M., Oliete, P., Morales, C., González, C., Cendón, M., & Hernández, A. (2015). Las tecnologías IoT dentro de la industria conectada. Madrid: pwc
- [6] Ashton, K. (2009). That ‘Internet of Things’ Thing. RFID Journal.
- [7] Oracle (2022). ¿Qué es el IoT? Obtenido de oracle.com: <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/what-is-iot/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20IoT%3F,sistemas%20a%20trav%C3%A9s%20de%20Internet>
- [8] Cisco (2022). What is Wi-Fi? Obtenido de Cisco.com: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/what-is-wifi.html>
- [9] A. Lavric and V. Popa, "Internet of Things and LoRa™ Low-Power Wide-Area Networks: A survey," 2017 International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS), Iasi, 2017, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISSCS.2017.8034915.
- [10] Catsensors. (2020). Tecnología LoRa y LoRaWAN. Obtenido de catsensors.com: <https://www.catsensors.com/es/lorawan/tecnologia-lora-y-lorawan>
- [11] Aziz, A., Qureshi, M. A., Soorage, M. U., Kashif, M. N., & Hafeez, M. A. (2012). Evaluation of ZigBee Based Wireless Sensor Network with Static Sink and Random Sink Mobility. International Journal of Computer & Electrical Engineering, 4(4). Recuperado de, <http://www.ijcee.org/papers/558-P235.pdf>
- [12] A. Lavric, A. I. Petrariu and V. Popa, "Long Range SigFox Communication Protocol Scalability Analysis Under Large-Scale, High-Density Conditions," in IEEE Access, vol. 7, pp. 35816-35825, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2903157.
- [13] Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future. Future Generation Computer Systems, 1645–1660.
- [14] Bangera, T., Chauhan, A., Godambe, R., & Mishra, M. (2016). IOT Based Smart Village. 301–305.
- [15] FAO (2022) El estado mundial de la agricultura y alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.
- [16] College of Arts And Science Yangtze University (2016). The Research of IOT of Agriculture based on Three Layers Architecture. 2nd International Conference on Cloud Computing and Internet of Things (CCIOT).
- [17] Kiran, R., & Badua, D. (2015). Internet of Things (Iot) and Cloud Computing for Agriculture in India. International Journal of Innovative and Emerging Research in Engineering, 27–30.
- [18] T. Liu, A., Janku, A., & Pietz, D. (2018). Landscape Change and Resource Utilization in East Asia: Perspectives from Environmental History. Academia Sinica on East Asia and Academia Sinica Taiwan, london, UK: Routledge.
- [19] Urrego, A. (2021). Los obstáculos de implementar sistemas de cultivos hidropónicos en Colombia. Obtenido de Agronegocios -La República: <https://www.agronegocios.co/agricultura/los-obstaculos-de-implementar-sistemas-de-cultivos-hidroponicos-en-colombia-3137958>
- [20] Kiran, R., & Badua, D. (2015). Internet of Things (Iot) and Cloud Computing for Agriculture in India. International Journal of Innovative and Emerging Research in Engineering, 27–30.
- [21] Barbaro, L., Mónica, K., & Mata, D. (2012). Importancia del pH y la conductividad eléctrica en los sustratos de las plantas. Instituto de floricultura INTA Argentina.
- [22] Bigtrónica. (2020). Sensor de Humedad y Temperatura SHT10 en Sonda. Obtenido de Bigtronica.com: <https://www.bigtronica.com/poblado/humedad-y-temperatura/784-sensor-de-humedad-y-temperatura-sht10-en-sonda-5053212007843.html>
- [23] MCIElectronics. (2020). Kit Sensor analógico para PH gravity. Obtenido de MIC electronics: <https://www.mcielectronics.cl/shop/product/kit-sensor-analogico-para-ph-gravity-11001>

- [24] visitrónica. (2020). Sensor de conductividad eléctrica analógico para arduino. Obtenido de visitrónica.com: <https://www.vistronica.com/sensores/sensor-de-conductividad-electrica-analogico-para-arduino-detail.html>
- [25] Dragino. (2019). LG01-P IoT Gateway featuring LoRa® technology. Obtenido de Dragino.com: <https://www.dragino.com/products/lora/item/117-lg01-p.html>
- [26] randomnerdtutorials. (2018). ESP8266 Pinout Reference: ¿Which GPIO pins should you use? Obtenido de randomnerdtutorials.com: <https://randomnerdtutorials.com/esp8266-pinout-reference-gpios/>
- [27] RaspberryPi. (2016). DATASHEET Raspberry Pi Compute Module (CM1) Raspberry Pi Compute Module 3 (CM3) Raspberry Pi Compute Module 3 Lite (CM3L).

Obtenido de raspberrypi.org: https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/computermodule/datasheets/rpi_DATA_CM_1p0.pdf

[28] Dragino. (2020). Open Source LoRa WiFi Gateway. Obtenido de dragino.com: https://www.dragino.com/downloads/downloads/datasheet/EN/Datasheet_LG01.pdf

[29] Dragino. (2020). Arduino Shield featuring LoRa® technology. Obtenido de dragino.com: <http://www.dragino.com/products/lora/item/102-lora-shield.html>

[30] Tapias, J. (2021). Análisis Del Estado Del Arte Del Internet De Las Cosas Aplicado A Cultivos Aeropónicos E Hidropónicos A Nivel Nacional E Internacional. Universidad Nacional Abierta a Distancia UNAD

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA GESTIÓN DE PROCESOS DE NEGOCIOS BPM EN EL PROCEDIMIENTO ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO EN LA UNAD CCAV PASTO

APPLICATION OF THE BPM BUSINESS PROCESS MANAGEMENT METHODOLOGY IN THE RISK MANAGEMENT PROCEDURE AT UNAD CCAV PASTO

Bolaños, Mónica^{1*},

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 14 #28-45, Pasto, Colombia

*monijbe@gmail.com

Resumen - En el presente documento de investigación se aborda el tema de la aplicación del Business Process Management BPM como metodología de la gestión de procesos, la cual permitió analizar de manera detallada sus bondades al ser implementada en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia CCAV Pasto en el procedimiento operativo administración del riesgo y de esta manera realizar una propuesta de optimización y automatización al procedimiento.

El proyecto se basó en el desarrollo de las fases de la metodología BPM, con el fin de identificar las oportunidades de mejora y automatización del procedimiento y de esta forma incrementar sus actuales niveles de eficiencia y eficacia para determinar que el procedimiento Administración del riesgo es susceptible de mejoras, las cuales se integran y se presentan en una propuesta de rediseño del procedimiento para mejorar los tiempos de respuesta, la mitigación efectiva a los riesgos. Haciendo uso de la Suite Bizagi para la modelación y simulación del procedimiento.

Palabras clave— Administración del riesgo, Business Process Management (BPM), Mapa de capacidades, Modelado de procesos.

Abstract - This research document addresses the issue of the application of Business Process Management BPM as a process management methodology, which allowed a detailed analysis of its benefits when implemented at the Universidad Nacional Abierta y a Distancia CCAV Pasto in the procedure operational risk management and in this way make a proposal for optimization and automation of the procedure.

The project was based on the development of the phases of the BPM methodology, in order to identify opportunities for improvement and automation of the procedure and thus increase its current levels of

efficiency and effectiveness to determine that the Risk Management procedure is susceptible of improvements, which are integrated and presented in a proposal to redesign the procedure to improve response times, effective mitigation of risks. Making use of the Bizagi Suite for the modeling and simulation of the procedure

Keywords— Risk management, Business Process Management (BPM), Capability map, Process modeling.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación desarrollada es la aplicada, y busca solucionar un problema concreto, práctico de la realidad cotidiana de la UNAD, una vez identificada la situación problema se buscó dentro de las posibles soluciones aquella más adecuada para el contexto específico. Vara [1]. Se propone analizar la gestión administrativa de la UNAD para mejorar los procesos y procedimientos con estrategias e innovaciones tecnológicas o de gestión mediante la aplicación de nuevas herramientas de análisis para mejorar el modelo de negocios.

Se tiene como finalidad ampliar y precisar una propuesta de mejora al procedimiento Administración del riesgo, para lograr la mitigación efectiva de los riesgos operativos en la UNAD CCAV Pasto.

En la metodología BPM para su desarrollo se consideró la aplicación de 6 etapas que hacen parte del ciclo de vida del BPM y según Robledo [2] las identifica de manera interactiva en tres fases y cada fase está conformada por dos etapas, como se en la siguiente gráfica

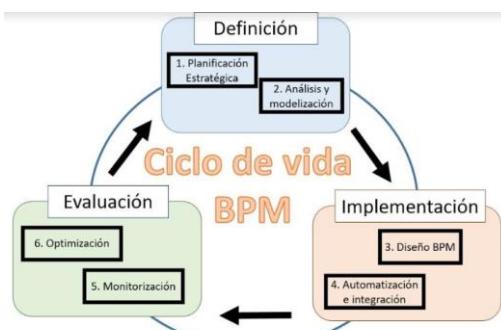


Figura 1. Etapas y Fases del ciclo de vida BPM

II . RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se inicia la aplicación de las fases del BPM con la planeación estratégica para conocer como la UNAD en el CCAV Pasto lleva a cabo el procedimiento Administración del riesgo. Este procedimiento propone como herramienta metodológica hacer un repositorio de los riesgos identificados, al mapa de riesgos, para almacenar de manera organizada y sistemática los riesgos. En esta herramienta se hace la descripción del riesgo, la clasificación, la valoración, la definición de los controles y de las acciones de mitigación para cada riesgo con su respectivo seguimiento trimestral.

Por otra parte, el mapa de capacidades permitió identificar cada una de las actividades del procedimiento para luego pasar a transformarlas en capacidades y así ser analizadas una a una determinando su nivel de desarrollo. Cómo señala Villalobos [3], una capacidad de negocio (*business capability*) es una habilidad individual que tiene (o debe tener) el negocio para poder llevar a cabo su intención.

Tabla 1. Actividades y Capacidades del procedimiento Administración del Riesgo

Procedimiento	Actividades del procedimiento	Capacidad
Administración del riesgo	1. Identificar directrices organizacionales.	Comunicar directrices nacionales de administración del riesgo Implementar directrices nacionales en cada centro
	2. Identificar, implementar las acciones de mitigación.	Identificar procedimientos susceptibles a presentar riesgo. Identificar controles y acciones de mitigación de los riesgos
	3. Registrar la información del sistema de mapas de riesgos en la Aplicación respectiva.	Registrar información en el aplicativo mapa de riesgos como: causa, efecto, controles existentes, acciones de mitigación, probabilidades, impactos, valoración, efectividad y evaluación. Monitorear riesgos
	4. Realizar seguimiento a los riesgos por proceso(s) teniendo en cuenta todos los procedimientos del	Realizar seguimiento a los riesgos Verificar el seguimiento registrado
	5. Revisar la documentación de riesgos y evaluar los avances del componente Administración del Riesgo	Evaluación del seguimiento de los riesgos frente a los controles y acciones de mitigación Generar informes del estado del riesgo en el procedimiento

Al realizar el estado actual del procedimiento Administración del Riesgo que corresponde a la etapa AS-IS de la metodología BPM, en la que para cada capacidad se determina en qué estado de desarrollo de encuentra actualmente y de manera gráfica se ubica el estado actual con un identificador, para observar gráficamente el estado de cada capacidad en relación a su nivel del desarrollo, en definitiva este mapa AS IS permite mayor comprensión del procedimiento con sus capacidades actuales

Posteriormente, se realizó la matriz del estado deseado TO BE de las capacidades identificadas para el procedimiento Administración del Riesgo, donde se proyectó el estado ideal de desarrollo de las capacidades previamente identificadas, las cuales tienen la posibilidad de ser potenciadas hasta el nivel 5 capacidad diferenciada.

Después de este contexto, se procedió a realizar el modelado del estado actual y futuro del procedimiento Administración del Riesgo utilizando la notación BPMN Versión 2.0 y el software BPMS Bizagi Modeler Versión 3.6.0044 obteniendo la diagramación cómo se realiza el procedimiento actualmente y en estado futuro como se evidencia en la figura 2 y figura 3

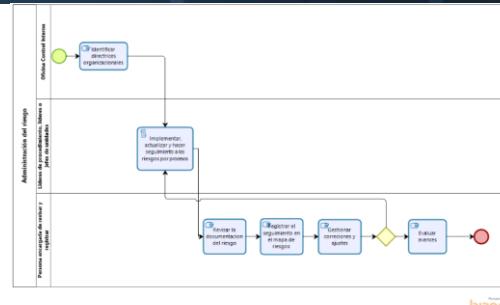


Figura 2. Diagrama estado actual del proceso en Bizagi

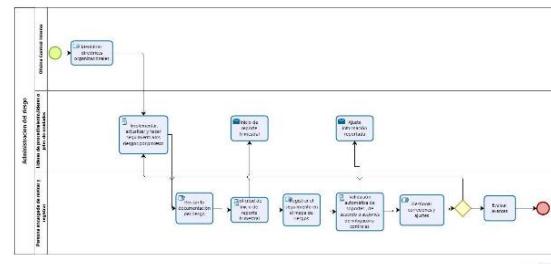


Figura 3. Diagrama estado futuro del procedimiento Administración del Riesgo en Bizagi

Se realizó la simulación de estado AS – IS para el procedimiento Administración del Riesgo con la validación de proceso, en este nivel de simulación del procedimiento se incluyó 200 llegadas como número máximo y la compuerta de cambio de alternativa configurada con valores de reportes correctos por el Si con un 80% y de reportes que se devuelven para ajustes por el No con un 20%.

Por otra parte, se hizo el nivel análisis de tiempo, el análisis de recursos, el análisis de calendarios, y la Simulación de estado TO – BE

En la siguiente tabla se hace la comparación de resultados de simulación AS -IS y TO-BE, se analizó la información de los reportes en Excel generados en la aplicación Bizagi modeler, en las simulaciones se evidencian los tiempos mínimos, máximos, promedio y totales de la ejecución del procedimiento para los dos estados AS – IS y TO – BE, como se muestra a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Reporte simulación de recursos AS – IS

Nombre	Tipo	Instancias completadas	Instancias iniciadas	Tiempo mínimo (m)	Tiempo máximo (m)	Tiempo promedio (m)	Tiempo total (m)
Administración del riesgo	Proceso	200	200	132.8955	12773.5	4256.057944	13851211.588827326
ExclusiveGateway	Compuerta	237	237				
NoneEnd	Evento de Fin	200					
NoneStart	Evento de inicio	200					
Identificar directrices organizacionales	Tarea	200	200	5.071993	14.57970	10.0001060806	2000.02121612255
Revisar la documentación del riesgo	Tarea	237	237	4.148223	18.10056	10.12331068359	2399.2268019727
Registrar el seguimiento en el mapa de riesgos	Tarea	237	237	6.399167	14.62344	20.001919307	14740.4548758026
Gestionar correcciones y ajustes	Tarea	237	237	4.397350	15.73549	9.189578580	13237.09726123463
Evaluar avances	Tarea	200	200	17.60836	43.140429	52.1893174	6924.37863483031
Implementar, actualizar y hacer seguimiento a los riesgos por procesos	Tarea	237	237	60	7113.343518	2295782	633820.410037339

Con los datos de las tablas anteriores, obtenidos en la simulación de los estados AS –IS y TO –BE se realizó la comparación de los tiempos de ejecución, en donde se puede evidenciar la conveniencia de la implementación de la propuesta de mejora por la optimización del tiempo total de la ejecución.

Discusión:

El estudio mostró que el procedimiento administración del riesgo es susceptible para aplicar mejoras con la utilización de la metodología BPM, demostrando una solución de optimización de los recursos al gestionarse el tiempo de manera eficiente, lo que es coherente con la administración de la información en la aplicación de la hoja de ruta BPM expuesta por Yogantara [4] como una herramienta práctica de diagnóstico, gestión y evaluación. Por otra parte, en esta investigación se realizó el análisis del estado actual AS- IS y las acciones para cerrar la brecha que se identifican y establecen claramente para encontrar la ruta transparente para optimizar las capacidades analizadas del procedimiento administración del riesgo con el estado futuro TO – BE, de acuerdo con Fiorencio [5] a través de las mejoras en los procesos organizacionales con las bondades del rediseño de los procesos se obtiene mayor valor agregado al procedimiento y permitió la trasformación del pensamiento estratégico.

Por otra parte, Escobar [6] afirma que por medio de la metodología BPM se logra una eficiente administración de los recursos ya que aplicando las fases de esta metodología se puede evidenciar las opciones de mejora.

Estos resultados también confirman lo propuesto Salcedo [7] que siguiendo el ciclo de vida del BPM se busca identificar, diseñar, ejecutar, monitorear, controlar y medir los procesos que son implementados en una organización, con el fin de mejorar, actualizar, cambiar o ajustar según la necesidad a los procesos.

II. CONCLUSIONES

Al desarrollar la fase de planificación estratégica de la metodología BPM, se evidenció que requiere aplicación de metodologías de evaluación para aplicar mejoras, de tal manera que en la etapa de análisis del BPM, al realizar el mapa de capacidades del procedimiento Administración del riesgo, se identificó el estado en el cual se encuentran las capacidades actualmente (AS - IS) y con cada una de ellas se proyectó un estado ideal (TO-BE) para determinar las actividades a seguir y poder eliminar la brecha entre los dos estadios y al culminar la etapa de Diseño del BPM se evidencia la conveniencia de la implementación de la propuesta de mejora del procedimiento administración del riesgo que fue puesta a prueba haciendo uso de la opción de simulación de procesos en la versión profesional de la aplicación BPMS Bizagi modeler, cuyos tiempos de ejecución permitieron al ser comparados con los tiempos que actualmente requiere el procedimiento determinar la disminución de hasta un 15% del tiempo empleado en dicha propuesta. Por lo que el procedimiento administración del riesgo es susceptible para aplicar mejoras a través de la aplicación de la metodología BPM para garantizar su efectividad a la hora de la mitigación de los riesgos operativos del CCAV Pasto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme ser y estar. Agradezco a mi hija por su tiempo y motivación en mi proceso de formación, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por el apoyo y por permitirme el acceso a la información necesaria para el desarrollo de mi trabajo de grado, y a mis jurados de tesis PhD. Diana Marcela Cardona y PhD. Diana Vásquez Bravo, por brindarme su conocimiento y asesoría para guiar el desarrollo y consecución de los objetivos de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] Vara Arístides. (2010). 7 pasos para una tesis exitosa. Universidad San Martín de Porres. Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos.
- [2] Robledo, P., (2011). El libro del BPM, Tecnologías, Conceptos, Enfoques Metodológicos y Estándares, Madrid, España. Centro de Encuentro BPM.
- [3] Villalobos, Jorge. (2019). El Mapa de Capacidades de Negocio - Lecturas para Arquitectos de Negocio. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/331608341_El_Mapa_de_Capacidades_de_Negocio_-_Lecturas_para_Arquitectos_de_Negocio
- [4] Yogantara, S., Genovez, G., Woods. E., & Kwong, B. ,(2019). Interdependencies on BPM Maturity Model Capability Factors in Deriving BPM Roadmap. Procedia Computer Science, 161, 1089-1097
- [5] Fiorencio, Luisa. (2020). (Re)desenho de processos de negócios: uma pesquisa-ação. Gestão & Produção, 27(2), 24.3.
- [6] Escobar, R, (2018). Modelado del Proceso de Gestión Financiera de la UNAD Mediante BPM (tesis maestría) Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Bogotá DC. Colombia.
- [7] Salcedo, G, (2018). Modelo de gestión de procesos, para el grupo especializado en desarrollo y gestión de la información del sistema “Edunat”, en la oficina de registro y control de la UNAD (tesis maestría) Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Bogotá DC. Colombia.

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED NEURONAL CONVOLUCIONAL PARA LA DETECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS REUTILIZABLES.

IMPLEMENTATION OF A CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR THE DETECTION OF REUSABLE ORGANIC WASTE.

Moreno, Zalma^{1*}, Vargas, Miguel², Torres, Freddy³

¹UNAD, Tunja, Colombia

²UNAD, Cali, Colombia

³UNAD, Bogotá, Colombia

*zvmorenog@unadvirtual.edu.co

Resumen - Este trabajo se enfoca en el desarrollo y diseño de un *modelo de inteligencia artificial* para *visión computacional* basado en *redes neuronales convolucionales* para la clasificación de residuos orgánicos entre reutilizables o de compostaje. Se inicia con la recolección de imágenes ya sean provenientes de bases de datos existentes o capturadas en el Bioparque Sopó. Luego, el modelo se entrena en el lenguaje de programación Python mediante el uso de paquetes como Tensorflow y Keras. Finalmente, se evalúa el modelo mediante diferentes métricas de aprendizaje de máquina para su validación.

Palabras clave — Inteligencia artificial, aprendizaje de máquina, visión computacional, redes neuronales convolucionales.

Abstract - This work proposes an artificial intelligence model for computational vision based on convolutional neural networks for the classification of organic waste between reusable or compostable. First, we collect images from existing databases or captured in the Sopó Biopark. Then, the model is trained by using the Python programming language with packages such as Tensorflow and Keras. Finally, the model is evaluated using different machine learning metrics for its validation.

Keywords— Artificial intelligence, machine learning, computer vision, convolutional neural networks.

I. INTRODUCCIÓN

En los años recientes, a nivel mundial, las organizaciones gubernamentales han diseñado planes para el uso adecuado y sostenible de los recursos orgánicos y en la minimización y valorización de los residuos. El Sexto programa de acción ambiental de la comunidad europea 2002 – 2012 plantea estrategias enfocadas a la reducción de residuos cuyo objetivo es reducir el impacto ambiental [1]. Los Residuos Orgánicos son residuos naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. Entre estos se encuentran: restos de residuos vegetales y alimenticios (cuncho de café), papeles no aptos para reciclaje que no tengan tintas, pasto, hojarasca, estiércoles de la cría de animales domésticos, residuos de cosechas, aserrines puros o con mezclas de excretas animales, líquidos biodegradables, madera, y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica [2].

El alcance y cobertura de la propuesta del diseño de un prototipo de clasificador de residuos orgánicos, estará enfocada en la zona sur oriente del departamento de Cundinamarca, siendo el municipio de Sopó, principal beneficiario del proyecto; la comunidad determinará las fracciones orgánicas potencialmente utilizables de los residuos orgánicos generados para la obtención de productos industrializables. De acuerdo con las características productivas del sector, se buscará determinar los momentos de madurez de los residuos orgánicos.

El proceso de clasificación de materia orgánica está aliado al proyecto de investigación ‘Prototipado de una clasificadora de residuos orgánicos en el

municipio de Sopó para la reactivación económica, social, ambiental que permita el desarrollo

sostenible del departamento de Cundinamarca”, aprobado en la convocatoria interna número 10 de 2021 cohorte 2 para proyecto de investigación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), cuenta con apoyo de aliados potenciales para el desarrollo de la propuesta, entre las entidades que apoyan el proceso de investigación se destaca al municipio de Sopó, Cundinamarca y Tecnoparque SENA Cazucá.

Para cumplir con el objetivo, el prototipo debe contener un proceso de clasificación de materia orgánica preseleccionada como útil para la obtención de energía, se plantea un desarrollo y diseño de un *modelo de inteligencia artificial para visión computacional basado en redes neuronales convolucionales* para la clasificación de residuos orgánicos entre reutilizables o de compostaje.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Google Colab donde se importaron como primeros códigos los paquetes que se necesitan como tensorflow ,keras, numpy y el estado de interfaz matplotlib.pyplot, para solo dar inicio a los primeros informes de cómo se clasifican imágenes de alguna fruta o verdura provenientes de una base de datos creada o ya publicada[3].



Figura 1. Collage de imágenes de frutas y verduras.

Las fases aplicadas son 3, la primera corresponde al procesamiento de información, consistiendo en el proceso de tomas de decisión mediante la visión por computadora concluyendo con la segmentación de imágenes; la segunda es la comprensión del proceso de aprendizaje automático del prototipo específicamente al entrenamiento que este recibirá, teniendo un aprendizaje de carácter automático; y la tercera fase corresponde al análisis comparativo de los resultados obtenidos.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta el momento, se ha hecho el informe que presenta el código donde se muestra la toma de imágenes de la base de datos de vegetales; en este caso las zanahorias, para luego aplicarlo dentro del código planteado, esto hace visible la gama de colores. Al final se puede observar que dentro de 9 imágenes de zanahorias se tomó 7 de estas, las cuales son clasificadas con el contenido de zanahorias; mostrando un error muy pequeño.

```
[26] print(Imagenesdezanzahorias[9].shape)
plt.figure()
plt.imshow(np.squeeze(Imagenesdezanzahorias[9]))
plt.colorbar()
plt.grid(False)
plt.show()
```

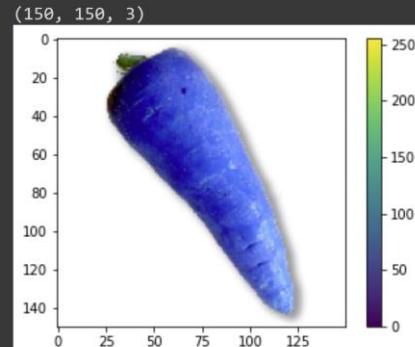


Figura 2. Imagen clasificada por tener el mayor valor para ser una zanahoria

Por medio de la toma de imágenes que se quiere recolectar en el Biparque -Sopo, se consideran bases de datos ya existentes en repositorios públicos para la foto documentación, ya que la cantidad de imágenes que se requieren conlleva un trabajo de mucho tiempo.



Figura 3. Imágenes tomadas en el Bioparque-Sopo

En este momento también se ha hecho una revisión PRISMA como proporción para las diferentes definiciones y usos de códigos que se mantienen escritos en los diversos textos.

Se tiene la recolección de algunas bases de datos y toma de fotos de residuos orgánicos para dejarse en dos carpetas, clasificando entre si es recicitable o compostaje[4]. El conjunto de datos

introduce un buen número de variedades intraclase para mejorar la robustez del modelo.

La técnica de aumento de imagen se va a aplicar para aumentar el número de imágenes en el conjunto de datos. Se tiene en cuenta que cada una de las imágenes se pueden girar en cinco direcciones diferentes como: 15° ,30°, 45°, 60°, 75°[5].

Algunas imágenes son las mismas pero moviéndolas o poniéndoles otros objetos. Las imágenes también pueden ser volteadas tanto de manera vertical como horizontal.



Figura 4. Aumento del conjunto de datos

Como se muestra en la Figura 4, en total se podría tener 8 técnicas diferentes de aumento de datos.

El modelo de inteligencia artificial que se entrenará consiste en una Red Neuronal Convolutacional como se muestra en el diagrama que se presenta en la Figura 5 [6].

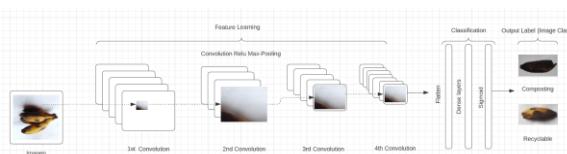


Figura 5. Diagrama de flujo del enfoque

El trabajo aún está en curso por lo que algunos problemas, conclusiones y propuestas de trabajos futuros se estarían generando próximamente.

IV. CONCLUSIONES

Se obtuvo el reconocimiento de 12 artículos a nivel internacional que fueran relacionados a este proyecto.

La adquisición de datos y procesamiento de información fue el más complejo por las condiciones en como llegan los residuos orgánicos al Bioparque, por lo que se optó buscar bases de datos ya existentes.

Por medio del desarrollo se utiliza tecnología avanza dispensable para el entrenamiento de la red neuronal convolucional.

Se tuvo en cuenta que no se necesitaba muchos datos para poder dar un avance, sino que se podía usar técnicas para el aumento de datos.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento de los autores a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, por su colaboración en nuestra integración, participación y apoyo en el proceso.

REFERENCIAS

[1] Commission's DG Environment. (13 de 04 de 2018). The Sixth Environment Action Programme of the European Community 2002-2012. Obtenido de

http://ec.europa.eu/environment/archives/action-programme/strategies_en.htm

[2] Unidad Administrativa de Servicios Públicos de Bogotá. (2014). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Recuperado de http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

[3] Tao, W., Xie, Z., Zhang, Y., Li, J., Xuan, F., Huang, J., ... & Yin, D. (2021). Corn Residue Covered Area Mapping with a Deep Learning Method Using Chinese GF-1 B/D High Resolution Remote Sensing Images. *Remote Sensing*, 13(15), 2903.



EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



- [4]Guo, H. N., Wu, S. B., Tian, Y. J., Zhang, J., & Liu, H. T. (2021). Application of machine learning methods for the prediction of organic solid waste treatment and recycling processes: A review. *Bioresouce technology*, 319, 124114.
- [5] Jana, S., Parekh, R., & Sarkar, B. (2021). Detection of Rotten Fruits and Vegetables Using Deep Learning. In *Computer Vision and Machine Learning in Agriculture* (pp. 31-49). Springer, Singapore.
- [6] Ismail Jabiullah, M., Ahammed, S., Rahman, M., Hasan, M., & Ahmed, K. (2021). Implementation of a Convolutional Neural Network for the Detection of Tomato-Leaf Diseases. In *Computer Vision and Machine Learning in Agriculture* (pp. 87-98). Springer, Singapore.

IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES PREVALENTES PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR EN EL DEPARTAMENTO DE SUCRE.

IDENTIFICATION OF PREVALENT VARIABLES FOR THE DIAGNOSIS OF CARDIOVASCULAR DISEASE IN THE DEPARTMENT OF SUCRE.

Carrascal-Porras, Fernando-Luis^{1*}, Arrubla-Hoyos, Wilson-de-Jesus¹, Florez-Priás, Luis-Alfonso¹, Chica-Medrano, Daniel-Francisco¹

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Km 1 entrada a Morroa, Corozal, Colombia

*Fernando.carrascal@unad.edu.co

*Wilson.arrubla@unad.edu.co

*Luis.florez@unad.edu.co

*Daniel.chica@unad.edu.co

Resumen - Las enfermedades cardiovasculares (ECV) junto con el cáncer, la diabetes y las enfermedades pulmonares crónicas, se identifican en su conjunto como enfermedades no transmisibles (ENT), las cuales han mostrado un rápido aumento en los últimos años; dentro de ellas, las ECV representan la principal causa de muerte en Colombia y el mundo; según los estudios citados en las referencias se tiene una estimación de que cada año fallecen 18 millones de personas, lo que representa el 31.8% del total de muertes a nivel mundial.

Este trabajo realiza un análisis experimental en el que se busca determinar la prevalencia de algunas variables clínicas con las enfermedades cardiovasculares (ECV). Para su desarrollo se utilizó un dataset con 6206 registros de los cuales el 50% están diagnosticados con ECV. El análisis de los datos se realizó mediante el uso de la herramienta R Studio, aplicando un modelo de correlación lineal en el que se emplearon la prueba de Chi Cuadrado y tablas de contingencia. Los principales resultados evidencian que las variables clínicas con mayor significancia estadística frente a las ECV son: Colesterol No deseado, Presión Arterial tipo HTAEI (Sistólica y Diastólica) y LDL Alto. Se concluye que la presión arterial de tipo HTAEI (Sistólica y Diastólica) sería la variable que presenta mayor prevalencia frente al diagnóstico de las ECV, toda vez que presenta un alto grado de significancia estadística en la prueba de correlación y una gran dependencia con la prueba de Chi cuadrado y tablas de frecuencias cruzadas.

Palabras clave — Análisis de prevalencia, análisis de correlación, Chi cuadrado, dataset, frecuencia absoluta, frecuencia relativa, P valor, tablas de contingencia.

Abstract - cardiovascular diseases (CVD), together with cancer, diabetes and chronic pulmonary diseases are identified as noncommunicable diseases (NCD), which have shown a rapid increase in recent years; among them, CVD represent the leading cause of death in Colombia and the world; according to the studies cited in the references, it is estimated that 18 million people die each year, which represents 31.8% of all deaths worldwide.

This study is an experimental analysis that seeks to determine the prevalence of some clinical variables associated with cardiovascular disease (CVD). A dataset with 6206 records was used for its development, of which 50% were diagnosed with CVD. Data analysis was performed using the R Studio tool, applying a linear correlation model in which the Chi-square test and contingency tables were used. The main results show that the clinical variables with the greatest statistical significance in relation to CVD are: Unwanted Cholesterol, Blood Pressure type HTAEI (Systolic and Diastolic) and High LDL. It is concluded that blood pressure type HTAE1 (systolic and diastolic) would be the variable with the highest prevalence in the diagnosis of CVD, since it has a high degree of statistical significance in the correlation test and a high dependence with the Chi-square test and cross-frequency tables.

Keywords— Prevalence analysis, correlation analysis, Chi-square, dataset, absolute frequency, relative frequency, P value, contingency tables.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se tiene en cuenta como insumo principal, un *dataset* que refleja el comportamiento de una población, y una serie de características específicas que sirven para determinar si un individuo puede o no padecer una ECV [1].

Inicialmente esta muestra de datos contiene aproximadamente veinte mil registros de pacientes de una IPS del departamento de Sucre. Estos datos han sido previamente anonimizados para evitar la re-identificación de los individuos y sobre los cuales no es aplicable la normativa de protección de datos como lo establece el reglamento general de protección de datos (RGPD) en su considerando 26. Dicha base contiene variables como edad, Sexo, Índice de

Masa corporal (IMC), presión arterial, presencia de diabetes, dislipidemias, etc [2] [3].

Los registros de la base de datos se han depurado, tratado y limpiado aquellos registros que podrían estar errados, o que no aportan significativamente en el análisis de la información.

Es importante tener en cuenta que un conjunto de datos desbalanceado puede interferir en un buen análisis estadístico, por lo tanto, puede llevar a tener resultados que carezcan de exactitud y precisión, y es por ello que se decide realizar los cálculos con una muestra similar de pacientes con y sin ECV para así garantizar resultados confiables. Este proceso es denominado *balanceo de datos* y para ello se utilizó la técnica conocida como *Undersampling*, la cual consiste en un algoritmo llamado *Ramdon Undersampling* cuyo

foco se apunta a eliminar de manera aleatoria registros o instancias de la clase mayoritaria dentro de un *dataset* [5].

Se utilizó para el análisis de los datos un modelo de correlación lineal, tablas de frecuencia cruzadas o tablas de contingencia y parámetros estadísticos evaluadores como el Chi Cuadrado. El análisis de los datos se realizó mediante el uso del programa R Studio para realizar la prueba chi-cuadrado o *Ji* cuadrado (χ^2) la cual se utiliza en estadística descriptiva para análisis bivariado.

Para este caso se utilizó un *dataset* definitivo, el cual se balanceo en 6206 registros de personas, en el cual 3103 tienen diagnóstico de riesgo de ECV equivalente al 50%, 4031 son mujeres, 2175 son hombres y con edades superiores a los 25 años.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de un análisis de correlación de variables convertidas a *dummy*, se observa que: Colesterol No deseado, Presión Arterial tipo HTAEI (Sistólica y Diastólica) y LDL Alto, son las que más prevalencia presentan en el diagnóstico de ECV, en la Tabla 1 se observan los valores obtenidos.

Tabla 1. Prueba Chi -cuadrado para ECV

	COLES_NoDeseable	PDIAST_HTAEI	LDL_Alto	PSIST_HTAEI
COLES_NoDeseable	1			
PDIAST_HTAEI	0,247444688	1		
LDL_Alto	0,108364148	0,21234118	1	
PSIST_HTAEI	0,175886242	0,61813456	0,164573	1
DCARDIO	0,506487573	0,48964196	0,42829	0,372163

Por otro lado, parámetros como glicemia o diabetes, sexo o IMC, no presentan un alto grado de correlación con el diagnóstico de ECV

presentando un menor nivel de prevalencia sobre este.

Para evaluar la importancia de cada atributo se utilizó un análisis de tablas de frecuencia cruzada, o análisis de tablas de contingencia, en el cual se pretende obtener de manera precisa la incidencia directa de cada uno de los indicadores en la clase objetivo, que en este caso es el diagnóstico de padecer o no una ECV.

En este análisis se observa el comportamiento de variables no muy relevantes en el padecimiento una ECV, como el sexo. Por otro lado, la presión arterial juega un papel fundamental en el diagnóstico de estas enfermedades, viendo que los niveles de hipertensión 1 y 2 (HTAE1 y HTAE2) tienen una incidencia directa.

Lo anterior se observa en las siguientes figuras.

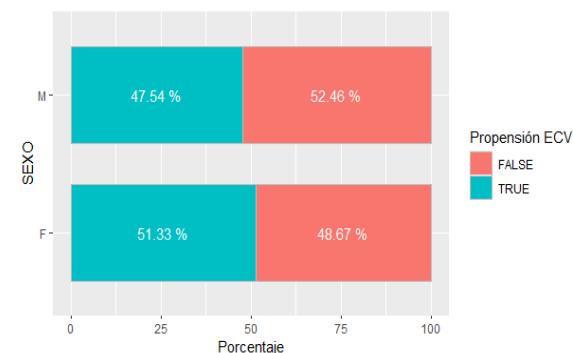


Figura 1. Propensión ECV por sexo

En la Figura 1. se muestra la propensión de ECV por sexo en la cual no se observan diferencias significativas entre hombres y mujeres. Esto porque el porcentaje de hombres y mujeres que padecen este tipo de enfermedad no presenta una diferencia significativa, ya que la misma esta entre el 48% en hombres y el 52% en mujeres.

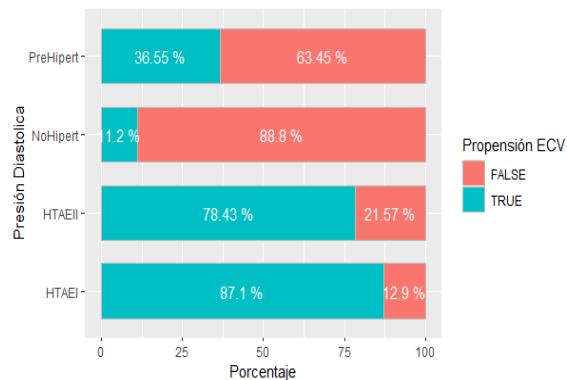
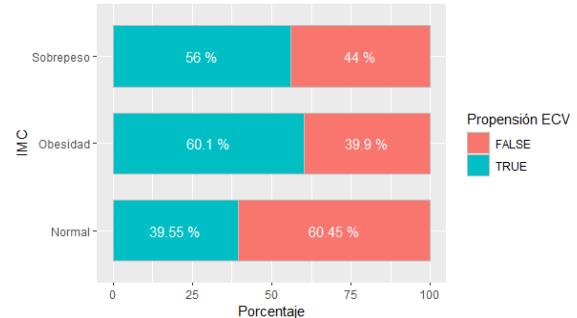


Figura 2. Propensión ECV por presión diastólica

con un porcentaje de 33,55%, como se observa en la figura 4.

Mediante una prueba de chi cuadrado en la cual se seleccionaron cuatro variables, dentro de las cuales se observa que el sexo presenta el menor



nivel de dependencia frente a las otras.

En la Tabla 2 se ilustra la preponderancia de los variables con mayor prevalencia como lo son la presión, tanto sistólica como diastólica y el índice de masa corporal en el padecimiento de una enfermedad cardiovascular, mientras que el sexo sigue mostrando una importancia menor.

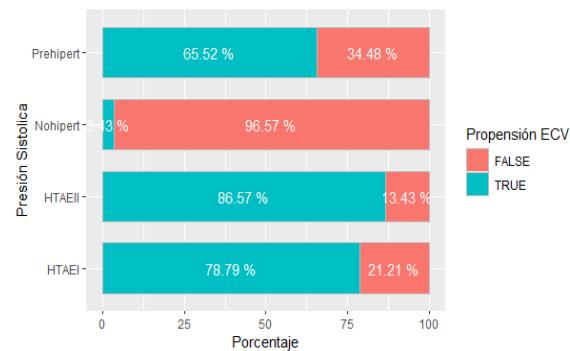
Tabla 2. Prueba Chi -cuadrado para ECV

Figura 3. Propensión ECV por presión sistólica

Por otro lado, se puede observar en la figura 2 y en la figura 3 una propensión a ECV para los mayores niveles de presión diastólica llegando a un 87,1 % de propensión para HTAE1.

Figura 4. Propensión ECV por IMC

Para la variable IMC y como es de esperar las personas con obesidad y sobrepeso tienen una propensión de enfermedad cardiaca cercana al 60% a diferencia de personas con IMC normal



Variable	Chi-cuadrado	P Valor
Sexo	7,95	0.0048 (*)

Presión Sistólica	3.328,50	2.2e-16(***)
Presión Diastólica	4945,30	2.2e-16(***)
IMC	213,84	2.2e-16(***)

[2] Niveles de colesterol. (s/f). Medlineplus.gov. Recuperado el 6 de febrero de 2022

[3] Factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en asistentes a un Hospital de Cali, Colombia. Mónica Chávez-Vivas, Jorge E González-Casanova, Lisse Angarita Dávila, Diana M Rojas-Gómez. Revista Latinoamericana de Hipertensión. Vol. 13 - No 5, 2018.

[4] Roth GA, Abate D, Abate KH, et al. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. Lancet 2018; 392: 1736-88.

[5] García Abad, J. (2021). Comparativa de técnicas de balanceo de datos. Aplicación a un caso real para la predicción de fuga de clientes. Universidad de Oviedo.

III. CONCLUSIONES

Al utilizar varios métodos estadísticos se observó que las variables presión arterial HTAEI (Sistólica y Diastólica) presentan prevalencia para el diagnóstico, mientras que el índice de masa corporal no presenta un alto grado de prevalencia en el análisis de correlación, por su parte las variables Colesterol No Deseado y LDL Alto que son significativas en el análisis de correlación, no lo son al estimar una tabla de frecuencia cruzada o una prueba Chi-Cuadrado.

Estas diferencias se presentan porque el análisis de correlación nos permite establecer si hay una relación entre variables y la prueba de Chi-Cuadrado nos permite evaluar el grado de dependencia. Para este caso la Presión Arterial de tipo HTAE1 (Sistólica y Diastólica) sería la variable que presenta mayor prevalencia, pues existe relación con el diagnóstico de ECV y tiene un alto grado de dependencia.

AGRADECIMIENTO

Gracias al equipo de colaboradores de la UNAD, en especial a la Escuela de Ciencias básicas, tecnología e ingeniería CCAV Corozal por su constante apoyo.

REFERENCIAS

[1] Determinación del riesgo cardiovascular en una población Juan Camilo Álvarez-Ceballos a, Andrés M. Álvarez-Muñoz, Wilder Carvajal-Gutiérrez a, María Mercedes González a, Jorge Luis Duque b, y Olga Alicia Nieto-Cárdenas

PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN CON TIEMPOS DE CONFIGURACIÓN DEPENDIENTES DE LA SECUENCIA: CASO ESTUDIO DE UNA PRENSA FLEXOGRÁFICA BANDA ANGOSTA

PRODUCTION SCHEDULING WITH SEQUENCE-DEPENDENT SETUP TIMES: A CASE STUDY OF A NARROW WEB FLEXOGRAPHIC PRESS

Gil Castellanos, Luis Eduardo^{1*}, Anaya Barbosa, Alfonso de Jesús^{1*}, Barrios Montes, Erik Miguel^{1*}, Diaz Martínez, Fernando Jose^{1*}

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Sede: Corozal
Corozal, Colombia

luis.gil@unad.edu.co
alfonso.anaya@unad.edu.co
erik.barrios@unad.edu.co
fernandoj.diaz@unad.edu.co

Resumen - En este documento se presenta el problema de programación de producción de una sola máquina con tiempos de configuración dependientes de la secuencia, (SMSP-SDS, *Single Machine Scheduling Problem – Sequence Dependent Setup*) para una empresa de la industria de impresión, puntualmente una compañía que utiliza un sistema denominado flexografía banda angosta.

En esta investigación se proponen dos formulaciones de programación entera mixta (MIP) con objetivos diferentes; la primera para minimizar la tardanza total y la segunda los tiempos de configuración. Para probar los MIP se utiliza una instancia de datos reales.

El SMSP-SDS es considerado de tipo No-Polinomial difícil (NP-Hard); por lo tanto, inicialmente, se propone solucionar las formulaciones MIP de manera óptima y posteriormente utilizar la heurística ATCS, los resultados demuestran una solución de menor calidad comparada con la óptima, pero con ventajas representativas en eficiencia computacional. Ambas formulaciones reportaron mejoras respecto a la secuencia de producción llevada a cabo por la empresa.

Palabras clave— Programación de una sola máquina, tiempos de configuración dependientes de la secuencia, tardanza total, programación entera mixta.

Abstract - This document presents the single machine production scheduling problem with sequence dependent setup times (SMSP-SDS, Single Machine Scheduling Problem – Sequence Dependent Setup) for a company in the printing industry, specifically a company which uses a system called narrow web flexography.

In this research, two formulations of mixed integer programming (MIP) with different objectives are proposed; the first to minimize the total delay and the second the configuration times. To test the MIPs, a real data instance is used.

The SMSP-SDS is considered to be of the hard Non-Polynomial type (NP-Hard); Therefore, initially, it is proposed to solve the MIP formulations optimally and then use the ATCS heuristics, the results show a solution of lower quality compared to the optimal one, but with significant advantages in computational efficiency. Both formulations reported improvements with respect to the production sequence carried out by the company.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El SMSP-SDS es un problema de optimización combinatorio de tipo No-Polinomial difícil (NP-Hard) [1]. Para solucionarlo, se han utilizado métodos exactos, heurísticas, metaheurísticas y enfoques híbridos [2]. En esta investigación, se adopta una metodología que consiste en dos fases: (i) en la primera fase se proponen dos formulaciones de programación entera mixta (MIP). Cada MIP optimiza un objetivo diferente. (ii) En la segunda fase se solucionan los modelos matemáticos, primero de manera exacta con el solucionador comercial CPLEX, el cual se programa en el software GAMS; luego haciendo uso de la heurística ATCS.

A. FASE I: formulaciones matemáticas.

Formulación 1:

Variables de decisión

- C_j : fecha de finalización del trabajo j .
- T_j : tardanza del trabajo j .
- X_{jk} : 1 si el trabajo j precede al trabajo k y 0 de lo contrario.

Parámetros

- p_j : tiempo de procesamiento del trabajo j .
- d_j : tiempo límite de entrega del trabajo j .
- s_{jk} : tiempo de configuración del trabajo k después del trabajo j .
- M : valor positivo muy grande para transformar restricciones de interferencia.

Formulación MIP

$$\text{Min } F = \sum_{j=1}^n T_j \quad (1)$$

$$C_k - C_j + M(1 - X_{jk}) \geq p_j + s_{jk}, \quad \forall j, k \in J, j \neq k \quad (2)$$

$$C_j - C_k + MX_{jk} \geq p_k + s_{kj}, \quad \forall j, k \in J, j \neq k \quad (3)$$

$$C_k \geq p_k, \quad \forall j \in J \quad (4)$$

$$T_k \geq C_k - d_k, \quad \forall k \in J \quad (5)$$

$$C_k, T_k \geq 0 \quad \forall k \in J \quad (6)$$

$$X_{jk} \in \{0, 1\} \quad (7)$$

La ecuación (1) representa la función objetivo de minimizar la tardanza total de todos los trabajos. Las ecuaciones (2) y (3) garantizan, como se argumenta en [6], que no se procesen dos trabajos al mismo tiempo. La ecuación (4) asegura que el tiempo de terminación de cada trabajo sea mayor o igual al tiempo de procesamiento. Por otro lado, la ecuación (5) indica que la tardanza de cada trabajo debe ser mayor o igual a la diferencia entre el tiempo de terminación y la fecha de vencimiento. Las ecuaciones (6) y (7) indican las condiciones de no negatividad y los valores de 0 y 1 de la variable binaria.

Formulación 2:

Variables de decisión

- X_{jk} : 1 si el trabajo j precede al trabajo k y 0 de lo contrario.

- u_j : variable artificial que corresponde a un número real no negativo.

Parámetros

- s_{jk} : tiempo de configuración del trabajo k después del trabajo j .

Formulación MIP

$$\text{Min } F =$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n s_{jk} X_{jk} \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{jk} = 1, \quad \forall k \in J, j \neq k \quad (9)$$

$$\sum_{k=1}^n X_{jk} = 1, \quad \forall j \in J, j \neq k \quad (10)$$

$$u_j - u_k + nX_{jk} \leq n - 1 \quad \forall j, k \in J, j \neq k \quad (11)$$

$$u_j \geq 0 \quad \forall k \in J \quad (12)$$

$$X_{jk} \in \{0, 1\} \quad (13)$$

La ecuación (8) representa la función objetivo de minimizar el tiempo de configuración total. Las restricciones (9) y (10) garantizan respectivamente, como se argumenta en [7], que a cada trabajo se llega exactamente una vez y se deja exactamente una vez. La desigualdad (11) se utiliza para eliminar o prevenir los sub-recorridos, esta restricción fue propuesta por [8]. Las ecuaciones (12) y (13) indican las condiciones de no negatividad y los valores de 0 y 1 de la variable binaria.

B. FASE II: solución de formulaciones MIP

Las formulaciones 1 y 2 fueron programadas en el software GAMS y se resolvieron utilizando el Solver CPLEX en un computador HP Intel Core i5-4210U CPU @ 1.7GHz, 8,0GB RAM, Intel HD Graphics Family. GAMS es un lenguaje de programación especialmente diseñado para resolver problemas de optimización.

La formulación 1 se resuelve también con la heurística ATCS (Apparent Tardiness Cost With Setup), que fue desarrollada por Lee et al. [9] en 1997 y que hasta la fecha es una de las heurísticas que reporta mejores resultados para minimizar la tardanza total.

La Tabla 1 presenta la instancia de datos que se utilizó para implementar el método de solución propuesto. Por temas de espacio, no se presenta en este documento la matriz de tiempos de configuración dependientes de la secuencia s_{jk} .

Los resultados de las fases I y II en los datos de prueba se presentan en la siguiente sección.

Tabla 1. Instancia de datos

Trabajos	Tiempo de procesamiento P_j (min)	Fecha de vencimiento d_i (min)
1	20	180
2	20	180
3	20	300
4	40	540
5	40	540
6	20	240
7	20	120
8	20	420
9	10	420
10	10	420
11	10	540
12	20	540
13	20	540
14	20	540

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la implementación de las fases I y II se obtuvieron los siguientes resultados: La primera formulación, cuya función objetivo es minimizar la tardanza total, arrojó una solución óptima de 2590 minutos con la secuencia 7-3-6-11-1-10-9-8-2-4-12-13-14-5. La programación que siguió la empresa para estos 14 trabajos fue 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14 con una tardanza total de 4000 minutos y un tiempo total de configuración de 870 minutos. Con la secuencia obtenida al resolver la formulación 1 se disminuye la tardanza total en 35,25% (1410 minutos).

La solución óptima para minimizar el tiempo de configuración total es de 790 minutos y se obtuvo a partir de la formulación 2 (TSP). La secuencia es 7-10-8-9-2-1-11-3-6-5-4-13-12-14 y permite una disminución respecto a la secuencia seguida por la empresa de 80 minutos (9,2%).

El problema SMSP-SDS con un objetivo de minimización del tiempo total de tardanza es NP-hard [10], [11]. Esto se pudo comprobar al encontrar que para 14 trabajos el tiempo computacional para obtener una solución óptima fue 592.5 minutos. Pinedo [12] argumenta que en

la práctica no siempre se tiene disponible este tiempo, por lo tanto, muchas veces puede ser suficiente con una solución factible que sea aceptable y que no esté lejos de la óptima. Teniendo en cuenta lo anterior, se implementó también la heurística ATCS, la cual puede encontrar soluciones aproximadas en tiempos inferiores a 5 segundos.

La heurística ATCS (4.8, 0.18) arrojó una secuencia con una tardanza total de 2610 minutos, solamente 20 minutos más que la solución óptima. Los valores de 4.8 y 0.18 en ATCS corresponden a las constantes K1 y K2 y fueron calculados con el procedimiento propuesto por Lee et al. [9] y Pinedo [12].

III. CONCLUSIONES

Aunque la mejor secuencia de producción para minimizar la tardanza total se obtiene con el método exacto, el tiempo computacional es demasiado alto, teniendo en cuenta que la programación es solamente para 14 trabajos. Por lo tanto, una solución aproximada bastante aceptable es la obtenida por la heurística ATCS (4.8, 0.18). Con esta heurística, la tardanza total es de 2610 minutos y el tiempo computacional necesario para resolver el problema es de 1 segundo, en contraste con los 35550 segundos de la solución óptima.

Al contrastar los resultados de la solución óptima con la secuencia que siguió la empresa, se encontró una disminución del 35% para la tardanza total, es decir, 1410 minutos. Con relación al tiempo de configuración total, con la formulación 2, cuyo modelo corresponde a un TSP, se pudo obtener una solución óptima de 790 minutos, es decir, 80 minutos menos que la programación seguida por la empresa en su momento. Una disminución del 9,2% puede ser importante, teniendo en cuenta que solamente se está cambiando la secuencia y que además la programación es para un horizonte de planificación de corto plazo.

De acuerdo con lo anterior queda claro que utilizar un método o una técnica matemática para determinar una secuencia de producción permite obtener mejoras significativas, sobre todo para compañías de la industria de impresión que utilizan máquinas flexográficas banda angosta, donde los tiempos de preparación dependientes de

la secuencia son bastante significativos frente al tiempo de procesamiento.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería-ECBTI; a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD; y al CCAV Corozal.

REFERENCIAS

- [1] X. Luo and F. Chu, "A branch and bound algorithm of the single machine schedule with sequence dependent setup times for minimizing total tardiness," *Appl. Math. Comput.*, vol. 183, no. 1, pp. 575–588, 2006, doi: 10.1016/j.amc.2006.05.127.
- [2] X. Zhu and W. E. Wilhelm, "Scheduling and lot sizing with sequence-dependent setup: A literature review," *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, vol. 38, no. 11, pp. 987–1007, Nov. 2006, doi: 10.1080/07408170600559706.
- [3] R. L. Graham, E. L. Lawler, J. K. Lenstra, and A. H. G. R. Kan, "Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling: A survey," *Ann. Discret. Math.*, vol. 5, no. C, pp. 287–326, Jan. 1979, doi: 10.1016/S0167-5060(08)70356-X.
- [4] J. E. C. Arroyo, G. V. P. Nunes, and E. H. Kamke, "Iterative local search heuristic for the single machine scheduling problem with sequence dependent setup times and due dates," in *Proceedings - 2009 9th International Conference on Hybrid Intelligent Systems, HIS 2009*, 2009, vol. 1, pp. 505–510, doi: 10.1109/HIS.2009.104.
- [5] P. M. França, A. Mendes, and P. Moscato, "A memetic algorithm for the total tardiness single machine scheduling problem," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 132, no. 1, pp. 224–242, 2001, doi: 10.1016/S0377-2217(00)00140-5.
- [6] T. Eren and E. Güner, "A bicriteria scheduling with sequence-dependent setup times," *Appl. Math. Comput.*, vol. 179, no. 1, pp. 378–385, 2006, doi: 10.1016/j.amc.2005.11.112.
- [7] J. R. M. Torres, F. G. Solano, and M. S. Ferrari, "Deterministic machine scheduling with release times and sequence-dependent setups using random-insertion heuristics," *Int. J. Adv. Oper. Manag.*, vol. 4, no. 1/2, p. 4, 2012, doi: 10.1504/ijaom.2012.045889.
- [8] C. E. Miller, R. A. Zemlin, and A. W. Tucker, "Integer Programming Formulation of Traveling Salesman Problems," *J. ACM*, vol. 7, no. 4, pp. 326–329, Oct. 1960, doi: 10.1145/321043.321046.
- [9] Y. H. Lee, K. Bhaskaran, and M. Pinedo, "A heuristic to minimize the total weighted tardiness with sequence-dependent setups," *IIE Trans. (Institute Ind. Eng.)*, vol. 29, no. 1, pp. 45–52, 1997, doi: 10.1080/07408179708966311.
- [10] S. R. Gupta and J. S. Smith, "Algorithms for single machine total tardiness scheduling with sequence dependent setups," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 175, no. 2, pp. 722–739, 2006, doi:

- [11] 10.1016/j.ejor.2005.05.018.
P. A. Rubin and G. L. Ragatz, "Scheduling in a sequence dependent setup environment with genetic search," *Comput. Oper. Res.*, vol. 22, no. 1, pp. 85–99, Jan. 1995, doi: 10.1016/0305-0548(93)E0021-K.
- [12] M. L. Pinedo, *Planning and scheduling in manufacturing and services: Second edition*. 2009.

MODELO MATEMÁTICO DE UN PROBLEMA DE NESTING USANDO PARÁBOLAS SEPARADORAS.

MATHEMATICAL MODEL OF A NESTING PROBLEM USING SEPARATING PARABOLAS

Peralta, Jeinny^{1*}

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, CCAV Puerto Colombia, Barranquilla, Colombia

*jeinny.peralta@unad.edu.co

Resumen - Los problemas de Nesting son relevantes en procesos productivos como, por ejemplo, industria textil y de muebles, entre otros. Este problema consiste en determinar un posicionamiento óptimo de ítems irregulares en una placa de ancho fijo y largo ilimitado, obedeciendo a restricciones de integridad y no sobreposición entre los ítems, con el objetivo de minimizar el largo de la placa y así el gasto de materia prima. Los ítems irregulares son representados por polígonos irregulares convexos o no convexos, que generalmente son particionados en polígonos convexos. La partición de un polígono no convexo tiene influencia sobre el modelo, y por consiguiente sobre la solución; pues esta conlleva al aumento del número de variables y restricciones, lo que significa un mayor esfuerzo computacional. En este trabajo, presentamos un modelo de programación no lineal para este problema que permite rotaciones libres de los polígonos y en el que no es necesario particionar los no convexos al usar paráboles para garantizar la no sobreposición.

Palabras clave— Modelación Matemática; Parábolas Separadoras; Problema de Nesting; Programación no lineal.

Abstract - Nesting problems are relevant in production processes such as example, the textile and furniture industry, among others. This problem consists of determining an optimal positioning of irregular items in a plate of fixed width and unlimited length, obeying integrity restrictions and non-overlapping between the items, with the aim of minimizing the length of the plate and thus the cost of raw material. Irregular items are represented by irregular convex or non-convex polygons, which are generally partitioned into convex polygons. The partition of a non-convex polygon has an influence on the model, and therefore on the solution; because this leads to an increase in the number of variables and restrictions, which means a more significant computational effort. In this work, we present a nonlinear programming model for this problem that allows free rotations of the polygons and in which it is not necessary to partition the non-convex ones by using parabolas to guarantee non-overlapping.

Keywords— Mathematical Modeling; Nesting problem; Nonlinear programming; Separating Parables.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La principal restricción de un problema de Nesting es la de no sobreposición, sin embargo, es muy complejo para un programa computacional saber si dos ítems están sobrepuertos, tocándose o separados. Existen métodos conocidos en la literatura para resolver esta cuestión [1], entre otros, rasterización, trigonometría directa, polígono de obstrucción (No-Fit Polygon NFP) e función Φ . Un método más reciente que también es utilizado para esto es el No-Fit Raster (NFR) [2].

En este trabajo, presentamos el concepto de parábolas separadoras para garantizar la no-sobreposición de dos polígonos. Una parábola separa dos polígonos si uno está “dentro” de la parábola y el otro polígono está “fuera” de la parábola, como se puede observar en la Figura 1. Es decir, una parábola separa dos polígonos, P_i y P_j , si todos los vértices del polígono P_i están sobre la parábola o a un lado de la parábola, y todos los vértices del polígono P_j están sobre la parábola o al otro lado de la parábola.

Al igual que en [3], donde son usadas rectas separadoras para garantizar la no sobreposición de dos polígonos, un polígono es representado por sus vértices.

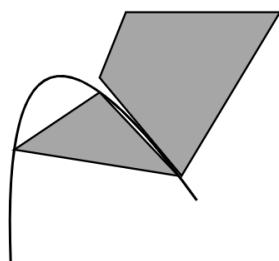


Figura 1. Parábola separadora de dos polígonos.

Cabe notar que en [3], a diferencia de este trabajo, si un polígono es no convexo, este es particionado en polígonos convexos.

En caso de posicionar únicamente polígonos convexos, la forma curva de las parábolas no dejará que los polígonos se compacten completamente, sin embargo, al posicionar polígonos no convexos, las parábolas, además de evitar tener que realizar partición, pueden permitir encontrar soluciones que las rectas no permiten, ver Figura 2.

Se puede ver que, si aumentan las no convexidades, para lograr una disposición óptima de los elementos, necesitaríamos aumentar el grado de la curva separadora; por ejemplo, para dos polígonos no convexos, uno con una no convexidad y otro con dos no convexidades, una parábola no sería suficiente para obtener un arreglo óptimo, en este caso tendríamos que usar una curva de cuarto grado. Ver un ejemplo en la Figura 3.

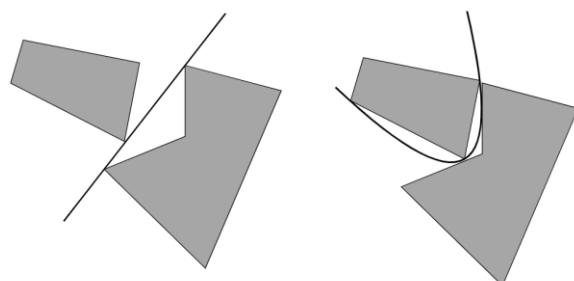


Figura 2. Posicionamiento de dos polígonos usando recta separadora vs parábola separadora.

Una parábola es una curva cónica representada por la ecuación general de segundo grado

$$Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0,$$

siendo A, B, C, D, E y F los parámetros de la parábola. Estos parámetros se pueden determinar a partir de dos puntos, el vértice y el foco, (v_x, v_y) y (f_x, f_y) , respectivamente.

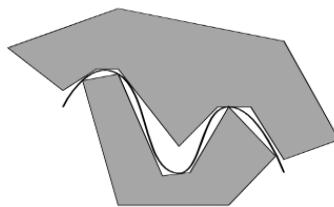


Figura 3. Curva separadora de cuarto grado para dos polígonos no convexos.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En adelante, consideraremos que el polígono P_i es el polígono que está fuera de la parábola y P_j el que está dentro. Que todos los vértices del polígono P_i estén fuera de la parábola y todos los vértices del polígono P_j estén dentro no es suficiente para garantizar que la parábola esté separando los dos polígonos, como se puede ver en la Figura 4, en la que esto se cumple y sin embargo se observa superposición, es decir, la parábola no separa los dos polígonos.

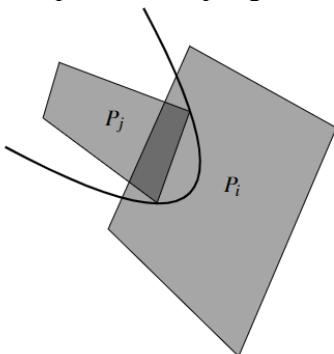


Figura 4. Sobreposición de polígonos.

Para garantizar que una parábola sea separadora, además de que los vértices del polígono P_i estén fuera y los vértices del polígono P_j estén dentro de la parábola, no debemos tener ningún punto de la parábola dentro del polígono P_i . Para ello, comprobamos la intersección de la parábola con cada una de las rectas que contienen las aristas del polígono P_i .

Las posibles posiciones relativas de una parábola y la recta que contiene una arista son (ver Figura 5):

1. La recta es secante. En este caso, su intersección son dos puntos.

2. La recta es tangente a la parábola. En este caso, su intersección es un punto.
3. La recta es paralela al eje de simetría de la parábola y la corta en un único punto.
4. La recta no corta la parábola, es decir, está fuera de la parábola.

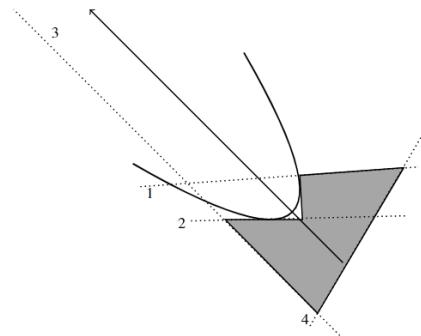


Figura 5. Posiciones relativas de la parábola y las aristas.

Para determinar las coordenadas de los puntos de intersección de la parábola y la recta, resolvemos el sistema no lineal formado por las ecuaciones de la parábola y la recta, lo que nos lleva a una ecuación de segundo grado, $ax^2 + bx + c = 0$. Al resolver esta ecuación, se obtienen diferentes resultados dependiendo del valor del discriminante, $\Delta = b^2 - 4ac$. Si $\Delta < 0$, el sistema no tiene solución, por lo que la recta no corta la parábola. Si $\Delta = 0$, la recta corta la parábola en un solo punto, por lo que la recta es tangente a la parábola o la recta es paralela al eje de simetría de la parábola. Si $\Delta > 0$, la recta tiene dos puntos en común con la parábola. Entonces se dice que la recta es secante a la parábola. En este caso, para garantizar la no sobreposición se debe tener que los dos vértices que conforman la arista estén a un mismo lado de los puntos de intersección. Si los vértices están en lados diferentes, entonces tendremos sobreposición.

Así, una parábola separa dos polígonos P_i y P_j (considerando que, si $Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F < 0$ entonces (x, y) está del lado de afuera de la parábola) si para todos los vértices:

$$\begin{cases} Ax_{i,r}^2 + Bx_{i,r}y_{i,r} + Cy_{i,r}^2 + Dx_{i,r} + Ey_{i,r} + F \leq 0, \\ Ax_{j,s}^2 + Bx_{j,s}y_{j,s} + Cy_{j,s}^2 + Dx_{j,s} + Ey_{j,s} + F \geq 0, \end{cases} \quad (1)$$

$$\delta_r \Delta_r \geq 0, \quad (2a)$$

$$\delta_r [x_{i,r} - p_x^1 - \lambda_r^1(p_x^2 - p_x^1)] = 0, \quad (2b)$$

$$\delta_r [y_{i,r} - p_y^1 - \lambda_r^1(p_y^2 - p_y^1)] = 0, \quad (2c)$$

$$\delta_r [x_{i,r+1} - p_x^1 - \lambda_r^2(p_x^2 - p_x^1)] = 0, \quad (2d)$$

$$\delta_r [y_{i,r+1} - p_y^1 - \lambda_r^2(p_y^2 - p_y^1)] = 0, \quad (2e)$$

$$\lambda_r^1 \lambda_r^2 \geq \epsilon_1, \quad (2f)$$

$$(1 - \delta_r) \Delta_r \leq 0, \quad (2g)$$

$$\delta_r \in \{0,1\}, \quad (2h)$$

$$\lambda_r^1, \lambda_r^2 \in R, \quad (2i)$$

Si $\delta_r = 1$, entonces $\Delta_r > 0$, lo que quiere decir que la recta que contiene a la arista r es secante a la parábola, restricción (2a), por lo que se debe garantizar que los vértices $(x_{i,r}, y_{i,r})$ y $(x_{i,r+1}, y_{i,r+1})$ estén en un mismo lado de los dos puntos de intersección (p_x^1, p_y^1) y (p_x^2, p_y^2) , restricciones (2b) - (2f).

Si $\delta_r = 1$ y $\Delta_r = 0$ es inviable, debido a que en este caso tendríamos $(p_x^1, p_y^1) = (p_x^2, p_y^2) = (x_{i,r}, y_{i,r}) = (x_{i,r+1}, y_{i,r+1})$, lo que no es posible porque todos los vértices son diferentes.

Si $\delta_r = 1$ y $\Delta_r < 0$, también es inviable, debido a la restricción (2a).

Se $\delta_r = 0$, entonces $\Delta_r \leq 0$, lo que quiere decir que la recta que contiene la arista r o está fuera,

es tangente, o es paralela al eje de simetría de la parábola, restricción (2g).

Si $\delta_r = 0$ y $\Delta_r > 0$ es inviable debido a la restricción (2g).

III. CONCLUSIONES

Hemos presentado las restricciones que forman parte de lo que sería el primer modelo no lineal entero mixto para el problema de Nesting usando paráolas separadoras. Cabe señalar que el modelo trata con polígonos irregulares sin diferenciar si son convexos o no convexos, ya que no es necesario descomponer un no convexo en polígonos convexos.

REFERENCIAS

[1] Bennell, J. A., Oliveira, J. F. (2008). The geometry of nesting problems: A tutorial. European Journal of Operational Research, 184:397–415.

[2] Mundim, L. R., Andretta, M., Queiroz, T. (2017). A biased random key genetic algorithm for open dimension nesting problems using no-fit raster. Expert Systems with Applications, 81:358–371.

[3] J. Peralta, M. Andretta, and J. F. Oliveira, “Solving irregular strip packing problems with free rotations using separation lines,” Pesquisa Operacional, vol. 38, pp. 195–214, 2018.

DESARROLLO DE UNA BIBLIOTECA DE PRODUCTOS NATURALES AISLADOS Y CARACTERIZADOS DE ESPECIES VEGETALES ESTUDIADAS EN LA REGIÓN DEL EJE CAFETERO, COLOMBIA

DEVELOPMENT OF A LIBRARY FROM ISOLATED AND CHARACTERIZED NATURAL PRODUCTS OF PLANT SPECIES STUDIED IN THE EJE CAFETERO REGION, COLOMBIA

Rodríguez-Pérez, Johny Roberto^{1*}, Cortes-Hernández, Héctor Fabio², Valencia-Sánchez, Hoover Albeiro³
^{1,2,3}Universidad Tecnológica de Pereira, Carrera 27 #10-02, Pereira, Colombia

*johny.rodriguez@utp.edu.co

Resumen – El análisis de conjuntos de datos químicos es una tarea desafiante para los investigadores, debido a su gran cantidad y dispersión, esto hace necesario organizarlos en bases de datos, que permitan el acceso a los mismos. La organización y análisis de la información, particularmente de productos naturales derivados de plantas u otras fuentes naturales, se vuelve relevante, ya que uno de los usos de los bienes y servicios de la naturaleza está en la extracción de metabolitos secundarios de fuentes naturales, debido a su relevancia en ecología, química y biología molecular. La presente investigación busca identificar y organizar en una biblioteca las moléculas reportadas de productos naturales vegetales estudiados en la región eje cafetero a través de una revisión de bases de datos y recopilación de información de grupos de investigación de las universidades del Quindío, Caldas y Tecnologica de Pereira durante los últimos 30 años, con el fin de contar con un inventario actualizado de moléculas con actividades potenciales que puedan ser utilizadas en diversas aplicaciones, esto abre un abanico de posibilidades en cuanto a investigación y estudios aplicados, por otro lado, permite el análisis comparativo con otros conjuntos de datos utilizando herramientas quimioinformáticas. Para ello se realiza una búsqueda de las moléculas estudiadas, las cuales forman parte de la biblioteca, para posteriormente analizar propiedades por métodos estadísticos y quimioinformáticos, incluyendo fisicoquímicos, moleculares, biológicos y propiedades toxicológicas, para finalmente desarrollar una interfaz web, que permita que la biblioteca esté disponible para su consulta abierta, posibilitando la navegación, gestión y visualización de datos.

Palabras clave— Biblioteca de moléculas, búsqueda de similitud molecular, descriptores moleculares, productos naturales

Abstract - The analysis of chemical data sets is a challenging task for researchers, due to their large quantity and dispersion, this makes it necessary to organize them in databases, which allow access. The organization and analysis of information, particularly of natural products derived from plants or other natural sources, becomes relevant, since one of the uses of nature's goods and services is in the extraction of secondary metabolites from natural sources, due to its relevance in ecology, chemistry and molecular biology. This research seeks to identify and organize in a library, the reported molecules of natural plant products groups studied in the coffee region through a review of databases and collection of research information from the Universities of Quindío, Caldas and Tecnologica de Pereira during the last 30 years, in order to have an updated inventory of molecules with potential activities that can be used in various applications, this opens a range of possibilities in terms of research and applied studies, on the other hand, allows the analysis comparison with other data sets using chemoinformatics tools. For this, a search of the studied molecules is carried out, which are part of the library, to later analyze properties by statistical and chemoinformatic methods, including physicochemical, molecular, biological and toxicological properties, to finally develop a web interface, which allows the library is available for open consultation, enabling data navigation, management and visualization.

Keywords— Molecular Descriptors, Molecular Similarity Search, Molecule Library, Natural Products

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En términos generales el diseño de una base de datos de moléculas conlleva varios pasos entre los que se destacan la búsqueda y compilación de los datos (moléculas) que harán parte de esta, para luego hacer el curado, procesado y anotado de estos, para finalmente desarrollar una interfaz web con una funcionalidad específica [1],[2],[3].

Para desarrollar la investigación se siguen los siguientes pasos:

a) Recolección de datos

El primer paso es la recolección de datos, en este caso de moléculas de interés, provenientes de productos naturales derivados de plantas que sean producto de investigaciones desarrolladas en la región del eje cafetero en las Universidades del Quindío, Caldas y Tecnológica de Pereira. Para la búsqueda de literatura reportada como trabajos de grados, proyectos de investigación, artículos, entre otros se utiliza las bases de datos: Scopus,

Web of Science, ScienceDirect, Directory of open Access Journals (DOAJ), JSTOR, Google Scholar, Latindex y Wiley Online Library. Para refinar la investigación en estas se considerará una ecuación de búsqueda utilizando operadores lógicos, sintácticos o de truncamiento; igualmente se obtiene información de los grupos de investigación de las Universidades del Quindío, Caldas y Tecnológica de Pereira.

b) Tratamiento de los datos

Siguiendo un esquema similar al propuesto por Sokorina y otros (2021), cada molécula encontrada debe ser sometida una etapa de control de calidad y registro, donde se aplican diversos criterios para organizar las moléculas encontradas, para este fin se toma como referencia el trabajo de Bento y otros (2020), quienes establecen criterios estandarizados para verificar y normalizar datos en una base de datos de estructuras moleculares [4]. Posteriormente se prepararán los datos que formarán la biblioteca siguiendo esta secuencia:

1. Lectura de datos estandarizados

2. Generación de notación en línea: SMILES, InChI, InChI-Key
3. Generación de identificadores únicos
4. Generación de grafos moleculares (2D)
5. Características moleculares
6. Reporte de información espectroscópica

La curación de los metadatos obtenidos además permite tener información relevante asociada como tipo de fuente donde se ha reportado la molécula, organismo del cuál proviene además de su fuente geográfica, referencias cruzadas en caso de encontrarlas hacia otras bases de datos, y otra información relevante.

c) Evaluación de la información por métodos estadísticos y quimioinformáticos

Las propiedades estructurales, fisicoquímicas, biológicas y toxicológicas de las moléculas de productos naturales de la biblioteca se realiza a través de siguientes pasos, utilizando herramientas de acceso libre:

1. Búsqueda de similaridad y subestructuras

Utilizando la herramienta Datawarrior [5] para la búsqueda de estructuras similares.

2. Clasificación (clustering)

Se aplica el coeficiente de Tanimoto como criterio de similitud, tomando como referencia el trabajo de Banerjee y otros (2015) [1]

3. Predicción de la toxicidad

Se usa la herramienta ProTox-II [6] para evaluar el perfil de seguridad de una sustancia química, y con esto determinar si las moléculas de interés reportadas son o no toxicas.

d) Interfaz web y especificaciones técnicas

Finalmente, para implementar la base de datos relacional con las moléculas de productos naturales para la navegación del espacio químico a través de la biblioteca, se toma como referencia el trabajo realizado para la puesta en línea de la base de datos COCONUT la cuál presenta un conjunto de datos agregados de productos naturales recopiladas de diversas fuentes [3].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los resultados esperados se encuentran:

Recolectar a través de una búsqueda de información las moléculas de productos naturales de los departamentos que conforman el eje cafetero, para permitir la preparación de datos de la biblioteca de moléculas.

Evaluar por métodos estadísticos y quimioinformáticos las propiedades estructurales, fisicoquímicas, biológicas y toxicológicas de las moléculas de productos naturales que harán parte de la biblioteca.

Elaborar una base de datos con las moléculas de productos naturales para la navegación del espacio químico a través de la biblioteca.

III. CONCLUSIONES

La necesidad de identificar y organizar en una biblioteca de moléculas los productos naturales de compuestos aislados y caracterizados derivados de plantas estudiadas en el eje cafetero y que componen el espacio químico, permite tener un conjunto de datos útil para desarrollar estudios quimioinformáticos, utilizando algoritmos y aprendizaje de máquina para resolver problemas químicos, a través del procesamiento de estructuras químicas para extraer datos significativos. A su vez las iniciativas para construir y mantener bases de datos con compuestos que son representativos permiten de una u otra forma la conservación y conocimiento de la diversidad (Pilón-Jiménez, Saldívar, Diaz, & Medina, 2019).

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a los grupos de investigación en Productos naturales de las



EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



Universidades del Quindío, Caldas y Tecnológica de Pereira, así como a los integrantes del grupo de Investigación GIFESEN, por su apoyo invaluable en el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] Banerjee, P., Erehman, J., Gohlke, B., Wilhelm, T., Preissner, R., & Dunkel, M. (2015). Super Natural II - a database of natural products. *Nucleic Acids Research*, 935-939.
- [2] Pilón-Jiménez, A., Saldívar, F., Diaz, B., & Medina, J. (2019). BIOFACQUIM: A Mexican Compound Database of Natural Products. *Biomolecules*.
- [3] Sorokina, M., Merseburger, P., Raja, K., Aziz-Yirik, M., & Steinbeck, C. (2021). COCONUT online: Collection of Open Natural Products database. *Journal of Cheminformatics*, 13:2. doi:<https://doi.org/10.1186/s13321-020-00478-9>
- [4] Bento, P., Hersey, A., Félix, E., Landrum, G., Gaulton, A., Atkinson, F., . . . Leach, A. (2020). An open source chemical structure curation pipeline using RDKit. *Journal of Cheminformatics*, 12, 51. doi:<https://doi.org/10.1186/s13321-020-00456-1>
- [5] Sander, T., Freyss, J., von Korff, M., & Rufener, C. (2015). DataWarrior: An Open-Source Program For Chemistry Aware Data Visualization And Analysis. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 55, 2, 460–473. doi:<https://doi.org/10.1021/ci500588j>
- [6] Banerjee, P., Eckert, A., Schrey, A., & Preissner, R. (2018). ProTox-II: a webserver for the prediction of toxicity of chemicals. *Nucleic Acids Research*, W257–W263. doi:[10.1093/nar/gky318](https://doi.org/10.1093/nar/gky318)

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ANOTACIÓN PUTATIVA DE METABOLITOS CON DATOS DE LC/MS-MS

COMPARATIVE ANALYSIS OF PUTATIVE METABOLITE ANNOTATION BASED ON LC/MS-MS DATA

Ceja-García, Erendira¹, Sepúlveda-Salazar, Cristhian Julian², Zuluaga, Martha^{2*}

¹Universidad Autónoma del Estado de México / Facultad de Ciencias, Toluca, México,

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Diag. 25 F Carrera 23, Dosquebradas, Colombia

³Institución, Dirección, Ciudad, País

*martha.zuluaga@unad.edu.co

Resumen – Los estudios metabolómicos no dirigidos buscan identificar la mayor cantidad de compuestos en una muestra. Este proceso de identificación se puede realizar mediante el uso de librerías construidas en casa con estándares externos o mediante la anotación putativa según el espectro de masas de alta resolución usando librerías públicas; siendo esta última opción la más usada, por los costos que implica la compra de estándares, reactivos y los tiempos de procesamiento y análisis. Sin embargo, la anotación putativa mediante librerías de espectros enfrenta también otro reto que es el minimizar las tasas de falsos positivos en la identificación del compuesto, ya que los espectros MSMS presentan mucha información redundante, por ejemplo, la presencia de isótopos, diferentes aductos y fragmentos de la fuente. Por esta razón, en la última década ha habido un creciente número de desarrollos tecnológicos y aplicaciones para la anotación de compuestos, y cada vez con algoritmos más especializados para disminuir esa incertidumbre. Por lo tanto, la elección de la plataforma para la anotación putativa de metabolitos se convierte también en una tarea de exploración y análisis crítico de los resultados obtenidos. Por tanto, en este trabajo nos propusimos comparar dos de las plataformas más usadas en el campo, para determinar objetivamente la elección de la plataforma a usar en un estudio metabolómico de cacao proveniente de los departamentos de Boyacá y Santander. En este estudio se compararon las plataformas abiertas SIRIUS y MS-FINDER y se evaluaron parámetros de exactitud y precisión.

Palabras clave— Metabolómica, anotación putativa de metabolitos, espectrometría de masas

Abstract - Non-targeted metabolomics studies seek to identify the largest number of compounds in a sample. This identification process can be done by using in-house built libraries with external standards or by putative high-resolution mass spectrum annotation using public libraries; This last option being the most used, due to the costs involved in the purchase of standards, reagents and processing and analysis times. However, putative annotation using spectra libraries also faces another challenge, which is to minimize false positive rates in compound identification, since MSMS spectra present a lot of redundant information, for

example, the presence of isotopes, different adducts and source fragments. For this reason, in the last decade there has been a growing number of technological developments and applications for the annotation of compounds, and each time with more specialized algorithms to reduce this uncertainty. Therefore, the choice of the platform for the putative annotation of metabolites also becomes a task of exploration and critical analysis of the results obtained. Therefore, in this work we set out to compare two of the most used platforms in the field, to objectively determine the choice of the platform to be used in a metabolomic study of cocoa from the departments of Boyacá and Santander. In this study, the open platforms SIRIUS and MS-FINDER were compared and accuracy and precision parameters were evaluated.

Keywords— Metabolomics, putative metabolite annotation, mass spectrometry.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Preprocesamiento de los datos: Los datos de espectrometría de masas provienen de muestras de cacao fermentadas a diferentes tiempos [1]. Estos espectros de alta resolución fueron adquiridos mediante tres energías de ionización (alta, media y baja). Luego los espectros MS-MS son exportados a texto plano usando MZmine. Posteriormente, se calcula la intensidad relativa de los fragmentos y se reporta la masa del fragmento con su respectiva intensidad relativa, luego se filtran los iones más intensos con un umbral mayor a 20 unidades de intensidad relativa. Luego, se exportan a extensión .mat conservándose el archivo de texto plano.

Anotación putativa de metabolitos: Para la anotación de los compuestos se utilizaron los softwares SIRIUS y MS-FINDER. Inicialmente los espectros MS-MS en texto plano fueron cargados en el software SIRIUS, posteriormente se seleccionaron las opciones Predict FPs y Search DBs para utilizar todos los aductos y las bases de datos. Para el software SIRIUS es importante revisar el cargue de los módulos de conexión web para obtener acceso y la verificación que todos estén habilitados. Para el software MS-FINDER se utilizaron los archivos en extensión .mat los cuales fueron cargados mediante la función importar; Posteriormente, se ajustaron los parámetros de análisis para le

predicción de fórmulas, elucidación de estructuras y la búsqueda espectral orientada a precursores.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se analizaron 222 compuestos en las tres energías de ionización (alta, media y baja) de los cuales entre los dos softwares 125 fueron identificados. Posteriormente procedimos a identificar las estructuras coincidentes en las dos plataformas, de las cuales el 10% corresponden a la misma estructura

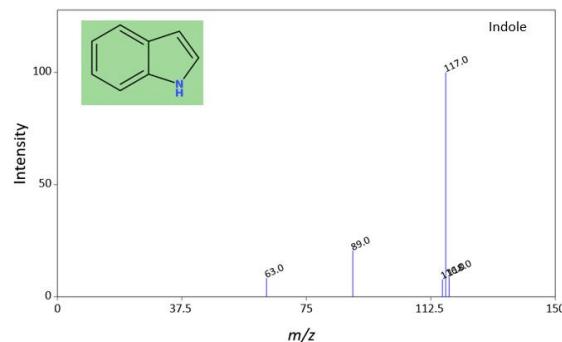


Figura 1. Espectro de masas del indol

En la figura 1 se muestra el espectro de masas del Indol. Estructura que fue identificada como coincidente en las dos plataformas. La exactitud

de la estructura fue determinada mediante el diferencial en masa del ion precursor medido en ppm y la precisión es el porcentaje de similitud reportado por las plataformas. En la tabla 1. Se reporta el top 5 de los compuestos con mayor exactitud y precisión que pudieron ser anotados putativamente y que coincidieron sus resultados en ambas plataformas. Sin embargo, el porcentaje de coincidencias de las dos plataformas es muy bajo. Por tanto, sigue siendo necesaria la curación manual de cada uno de los compuestos a anotar. Para este proceso el software SIRIUS entrega más información relevante al espectro de masas, por ejemplo, presenta los fragmentos del masas masas unida mediante una red jerárquica donde ilustra el sitio de ruptura y el fragmento de la molécula [2]. Esto permite llevar una concordancia con la fragmentación a diferentes energías. Por otro lado, CEU mass mediator genera el enlace de la base de datos donde puede ser encontrado el espectro, que en unos casos se cuenta con el espectro obtenido de manera experimental y en otros casos la fragmentación *in silico*. También, CEU mass mediator contiene algunas librerías construidas en casa y las ponen a disposición del usuario [], pero en el caso de SIRIUS este presenta espectros predictivos en función del patrón de fragmentación. Ambos software presentan la exactitud medida en mDa y en ppm.

Tabla 1. Compuestos anotados putativamente

m/z	Formula	Compuesto	Exactitud (Δppm)	Precisión (%)
330.1805	C ₈ H ₁₁ NO	Tropenone	10.8364	99.21
156.103	C ₄ H ₉ NO ₂	Aminalon	18.0313	95.51
259.2017	C ₉ H ₈ O ₂	Cinnamate	11.0006	93.58
338.5281	C ₈ H ₁₁ NO	Tropenone	10.8364	92.48
146.0611	C ₈ H ₇ N	Indole	10.2648	92.14

Aunque SIRIUS es un software menos intuitivo en su uso y con mayores requerimientos en su instalación, la información que presenta y la manera de conectar las masas de los fragmentos favorece el análisis y la curación manual que se le puede dar a los datos, ya que se puede dar seguimiento de las estructuras más probables generadas a diferentes energías de ionización esto ayuda a reconstruir la molécula que se quiere anotar y a disminuir los falsos positivos.

AGRADECIMIENTO

Los autores quieren agradecer a la Universidad Autónoma del Estado de México por la financiación de la estudiante Erendira Itzel Ceja para la asistencia al evento.

También agradecer al laboratorio de Postcosecha de AGROSAVIA con quién se adelanta la investigación en metabolómica del flavor en cacao.

REFERENCIAS

- [1] Escobar, S., Santander, M., Zuluaga, M., Chacón, I., Rodríguez, J., & Vaillant, F. (2021). Fine cocoa beans production: Tracking aroma precursors through a comprehensive analysis of flavor attributes formation. Food Chemistry, 365(April). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130627>

- [2] Dührkop, K., Fleischauer, M., Ludwig, M. et al. SIRIUS 4: a rapid tool for turning tandem mass spectra into metabolite structure information. Nat Methods 16, 299–302 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0344-8>

- [3] Gil-de-la-Fuente, A., Godzien, J., Saugar, S., Garcia-Carmona, R., Badran, H., Wishart, D. S., Barbas, C., & Otero, A. (2019). CEU Mass Mediator 3.0: A Metabolite Annotation Tool. Journal of proteome research, 18(2), 797–802. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.8b00720>

III. CONCLUSIONES

METODOLOGÍAS ÁGILES: UNA MUESTRA DE PRODUCTIVIDAD EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE

AGILE METHODOLOGIES: A SAMPLE OF PRODUCTIVITY IN SOFTWARE DEVELOPMENT

Velez Posso, Diana Marcela¹, Padilla Ortiz, Jhoan Sebastian², Cortes Algeciras, Wcdaly³
Sepulveda Lopez, Jheimer Julian⁴

¹UNAD, Tecnología Aplicada, Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI), CIP Dosquebradas

jspadillao@unadvirtual.edu.co, dmvelezp@unadvirtual.edu.co

Resumen - La analítica de datos, la ciencia de datos y la minería de datos se han convertido en un campo de interés no solo en investigación sino para mejorar la productividad de las organizaciones, estos procesos se desarrollan por medio de desarrollo de software.

Anteriormente en los procesos de desarrollo de software los programadores se enfocaban en la codificación más que en la necesidad final del usuario; no se obtenían productos de software de calidad y la satisfacción del cliente no se veía reflejada en los requerimientos principales como la estabilidad, flexibilidad, usabilidad y portabilidad. Para poder mejorar los procesos, se ha presentado una evolución en la creación de metodologías de desarrollo de software donde el objetivo principal es la búsqueda de técnicas modernas que presenten un proceso ágil a los programadores, incluyendo criterios de modelos que le den calidad a la ingeniería de software.

La finalidad del desarrollo de software es ser un proceso disciplinado y medible para sus usuarios finales manteniendo un estudio de enfoques que permita operaciones y mantenimientos óptimos, uno de los principales problemas para los equipos de desarrollo es el sin fin de información sobre las metodologías de desarrollo que existen en la industria, por la poca condensación de información que permite saber cuál es la más adecuada según el propósito del proyecto; por ello, para dar solución al anterior problema, se realizó una revisión de las fuentes clasificando las metodologías ágiles para facilitar la toma de decisiones en la elección de la más adecuada.

Palabras clave— Análisis de datos, ciencia de datos, plataforma tecnológica, metodologías de desarrollo.

Abstract - Data analytics, data science and data mining have become a field of interest not only in research but to improve the productivity of organizations, these processes are developed through software development.

Previously, in software development processes, programmers focused on coding more than on the final need of the user; quality software products were not obtained and customer satisfaction was not reflected in the main requirements such as stability, flexibility, usability and portability. In order to improve processes, there has been an evolution in the creation of software development methodologies where the main objective

is the search for modern techniques that present an agile process to programmers, including model criteria that give quality to engineering. of software.

The purpose of software development is to be a disciplined and measurable process for its end users, maintaining a study of approaches that allows optimal operations and maintenance, one of the main problems for development teams is the endless information on development methodologies. that exist in the industry, due to the little condensation of information that allows knowing which is the most appropriate according to the purpose of the project; Therefore, to solve the previous problem, a review of the sources was carried out, classifying the agile methodologies to facilitate decision-making in choosing the most appropriate one.

Keywords— Data analytics, data science, technology platform, development methodologies.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Actualmente en algunos equipos de desarrollo se llevan a cabo labores de diseño de software con metodologías pesadas, las cuales no tienen gran flexibilidad en el proceso de desarrollo y requieren generar una cantidad elevada de documentación de los procesos. Se sabe que los equipos de desarrollo presentan grandes dificultades de adaptabilidad y esto representa retrasos de producción que están asociados a los beneficios costo-calidad. Considerando dicha problemática, se debe presentar el uso de metodologías y herramientas que permitan ajustar labores pesadas dentro de los equipos de desarrollo y es allí donde se encuentran los requerimientos adecuados y nuevas tecnologías a usar. Este artículo tiene como propósito presentar a los lectores un análisis de las metodologías de desarrollo de software durante los últimos 10 años, mostrando las diferencias y características de cada una. Para esto, se realizó una búsqueda de material bibliográfico sobre metodologías ágiles de desarrollo de software y se hizo uso de un instrumento para la caracterización de las mismas.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de las metodologías ágiles de desarrollo de software se pueden encontrar gran variedad de

acuerdo al tipo de equipo de trabajo y a lo que se pretende conseguir, algunas se enfocan en presentar pequeños avances al cliente, se centran en buscar que como equipo de desarrollo se logre un trabajo armonioso y eficiente, algunas otras se centran en gestionar cómo se van realizando las actividades.

Los resultados muestran que, aunque en las bases las metodologías ágiles de desarrollo son similares, se encuentran diferencias significativas que deben ser tenidas en cuenta al momento de seleccionar alguna de ellas para un proyecto específico. De manera práctica, se espera que esta comparación permita a los equipos de desarrollo de software tomar decisiones con base en las características propias de las metodologías ágiles de desarrollo y de sus proyectos.

Tabla 1. Comparación metodologías ágiles de desarrollo de software

Metodología	Características			
	Valores Ágiles	Proceso de desarrollo	Proceso de gestión	Tipo de Equipo

EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



SCRUM	Clientes y equipo de trabajo en sinergia.	Se realiza el proceso de intervención para la creación de sprints con aplicabilidad de cada uno de los roles en el product backlog.	Proceso de interacción de los roles en producción de reuniones y asignación de tareas.	Pequeños, medianos y grandes.			de la cantidad de personas que vayan conformando el equipo.	características, dimensiones, tamaño y complejidad del proyecto.	s, adicionales a esto se usan para mejorar la comunicación con el equipo de trabajo, en este también se dan procesos flexible s y participación del usuario.	hasta 8 personas o menos. Amarillo, de entre 10 y 20 personas. Naranja, para equipos entre 20 y 50 personas. Roja, entre 50 y 100 personas.
XP(Xtreme Programming)	Circulación de trabajo entre cliente y equipo de trabajo .	Aplicación de reuniones cortas dentro del marco inicial del proyecto , diseños simples y eficaces para interactividad del equipo.	Juego de planificación entre cada una de las partes involucradas en el desarrollo.	Pequeños y medianos						
Crystal	Funciona dependiendo	Semaforización según las	El foco es ajustar técnica	Clear , para equipos de	Cascada	Se parte del modelo de desarrollo como concepto inicial, pero con menor	Inicialmente se definen los requisitos, luego se diseña el proyecto , se realizan pruebas, se	Seguimiento de modelo lineal y ordenado de los procesos planteados para el desarro	Pequeños, medianos y grandes.	

	intensidad de revisión por parte del cliente	implementa y se realiza el mantenimiento cuando se requiere.	llo del proyecto.	
Kanban	Utilización de tableros interactivos	Se concentra en realizar entregas de funcionalidades en fechas pactadas, adicionalmente se fija en las tareas que están en curso.	En este modelo se visualizan los flujos de trabajo, las tareas asignadas en un tablero, y las columnas que indican etapas del trabajo.	Pequeños y medianos

III. CONCLUSIONES

Según lo encontrado en el estudio de las metodologías tradicionales se permitió identificar elementos necesarios para abordar la investigación en el área, así por ejemplo, se ha logrado identificar que entre los grandes desafíos que se tienen se encuentra la dificultad para medir la eficiencia y calidad de procesos de desarrollo entre grandes equipos ya que se deben de tener en cuenta un conjunto de habilidades y liderazgo que permita que los programadores

avancen transformando requerimientos específicos en productos exitosos.

El uso y aprovechamiento de las metodologías ágiles como nueva tendencia permite que se trabajen con grandes organismos y volúmenes de datos, desarrollando competencias entre el cliente y el equipo que lo acompaña en la incorporación de un nuevo software que cuente con los elementos necesarios y que permita una escalabilidad y usabilidad digital.

Las metodologías ágiles y las herramientas han evolucionado y transformado la industria, lo que hace necesario la implementación no solo en el mundo de la ingeniería de software si no en una ejecución de proyecto de investigación orientados a la medición y evaluación de procesos de calidad.

REFERENCIAS

- Basurto. (2017). *Estudio de la efectividad de la aplicación de la metodología ágil de desarrollo scrum.* <http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1324/1/UISRAEL-EC-SIS-378.242-2017-001.pdf>.
- Benítez, A., & Sandó, J.M. (2021). *Sistematización de la literatura en metodologías ágiles de desarrollo de software.* <https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/1969/3605>.
- Gamboa. (2014). *Aumento de la productividad en la gestión de proyectos, utilizando una metodología ágil aplicada en una fábrica de software en la ciudad de Guayaquil.* <http://200.10.150.204/index.php/tecnologica/article/view/312/216>.
- Montero, Cevallos, & Cuesta. (2018). *Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software.* https://www.researchgate.net/profile/Harry-Vite-Cevallos/publication/327537074_Metodologias_a_giles_frente_a_las_tradicionales_en_el_proceso_de_desarrollo_de_software/links/5b942061a6fdccfd542a2b13/Metodologias-agiles-frente-a-las-tradicionales-en-el-proceso-de-desarrollo-de-software.pdf



EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



tradicionales-en-el-proceso-de-desarrollo-de-software.pdf.

Orjuela Duarte, A., Rojas C, M., & MSc. (2008). *Las Metodologías de Desarrollo Ágil como una Oportunidad para la Ingeniería del Software Educativo*.
<https://www.redalyc.org/pdf/1331/133115027022.pdf>.

Saavedra Menchaca, D. (2021). *Calidad en la especificación de requerimientos de software aplicado en metodologías ágiles*.
https://ojs.umsa.bo/ojs/index.php/inf_fcpn_pgi/article/view/49.

Velázquez. (2013). *Desarrollo en Cascada (Waterfall) VS Desarrollo Agile-SCRUM*.
<https://www.northware.mx/wp-content/uploads/2013/04/Desarrollo-cascada-vs-Desarrollo-Agile.pdf>.

IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMO EN MÁQUINA DE ESTADOS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE UN SISTEMA MULTISENSORIAL DE GASES

IMPLEMENTATION OF A STATE MACHINE ALGORITHM FOR THE MONITORING AND CONTROL OF A MULTISENSORY GAS SYSTEM

Flórez Martínez, Alexander^{1*}, Vargas Flórez, Jesús Omar², Pérez Waltero, Harold Esneider³

¹UNAD, Clle 24 #2-172 Urbanización, Cúcuta, Colombia

²UNAD, Cra. 24 #559, Barrancabermeja, Colombia

³UNAD, Cl. 14 Sur # 14-23, Bogotá, Colombia

*alexander.florez@unad.edu.co

Resumen -

El desarrollo del algoritmo en máquina de estados se aplica debido a la necesidad de implementar una técnica de programación ordenada, óptima y secuencial que permita reducir recursos de software en el momento de la ejecución y con la finalidad de automatizar, adquirir controlar un sistema multisensorial para la detección de compuestos volátiles aplicado al área de alimentos, específicamente en muestras de cacao. El software utilizado para el diseño de la interfaz gráfica hombre – máquina es LabView versión 21, ejecutado a 32bits, el cual integra la librería Datalogging and Supervisory Control (DSC), que incluye gráficos de tipo industrial y a su vez se instala la librería Arduino MakerHub con el objetivo de adquirir señales provenientes de la matriz de multisensores de gases y el accionamiento de los actuadores del sistema como son las válvulas y bomba para el control del flujo de aire, de esta forma se logra obtener un sistema supervisor confiable para automatización del control automático del sistema.

Palabras clave— Labview, Máquina de estados, adquisición, automatización, control.

Abstract -

The development of the state machine algorithm is applied due to the need to implement an orderly, optimal and sequential programming technique that allows reducing software resources at the time of execution and in order to automate, acquire control of a multisensory system to the detection of volatile compounds applied to the food area, specifically in cocoa samples. The software used for the design of the graphical man-machine interface is LabView version 21, executed at 32 bits, which integrates the Datalogging and Supervisory Control (DSC) library, which includes industrial-type graphics, and, in turn, the Arduino MakerHub library is installed. with the objective of acquiring signals coming from the gas multisensor matrix and the actuation of the system actuators such as the valves and pump for the control of

the air flow, in this way it is possible to obtain a reliable supervisory system for control automation. system auto.

Keywords— Labview, State machine, acquisition, automation, control.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

“La programación en máquina de estados se soporta en una arquitectura fundamental implementada por desarrolladores de software específicamente del fabricante LabView, que permite crear aplicaciones de forma rápida. La arquitectura se puede ejecutar algoritmos complejos de tomas de decisiones, representados por diagramas de flujo. La una máquina de estados en LabView no requiere de librerías o toolkits adicionales para implementar la arquitectura” [1].

“Generalmente las máquinas de estados se asocian a sistemas de entradas y salidas, en donde las salidas dependen no sólo de las señales de entradas actuales sino también de las anteriores. un ejemplo de una máquina de estados infinitos sería un computador cuántico esto es debido a que los Qubit que utilizaría este tipo de computadores toma valores continuos, en contraposición los bits toman valores discretos (0 ó 1). Otro buen ejemplo de una máquina de estados infinitos es una Máquina universal de Turing la cual se puede definir teóricamente con una “cinta” o memoria infinita” [2].

“Al crear una interfaz de usuario, las diferentes acciones de los usuarios envían la interfaz de usuario en diferentes segmentos de procesamiento. Cada uno de estos segmentos actuará como estados de la máquina de estados. Estos segmentos pueden llevar ya sea a otro segmento para su posterior procesamiento, o esperar a que otro evento de usuario” [3].

La figura 1, ilustra los componentes principales para conformar una máquina de estados en LabVIEW, importante considerar tres elementos para la implementación, esos son:

- Estructura WHILE LOOP
- Estructura CASE
- Registro de desplazamiento – Shift Register

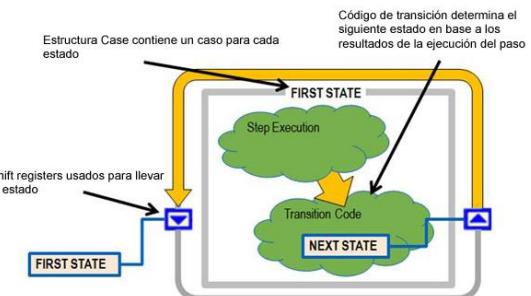


Figura 1. Componentes fundamentales de una máquina de estados en LabVIEW [4].

“El diseño de esta plantilla hace muy fácil insertar nuevas secciones de código, removerlas o cambiar el orden en cómo las secciones se ejecutan – todo sin hacer modificaciones mayores a la estructura de la aplicación” [4]

Referente a los materiales para el desarrollo de la implementación se considera el software LabVIEW, y el hardware asociado al sistema multisensorial conformado por 6 sensores de gases de la familia MQ, tres válvulas solenoides ON/OFF para apertura y cierre del flujo de aire, bomba encargada de generar un flujo de aire en lazo cerrado con motivo hacer fluir los volátiles de las muestras de cacao sometidas al sistema y finalmente el sistema de adquisición de datos que

permite la comunicación entre los sensores y actuadores y el equipo de cómputo, la figura 2, ilustra el diseño de la interfaz gráfica de usuario implementada para el control del sistema multisensorial.



Figura 2. Software para adquisición de compuestos volátiles emitidos por almendras de cacao provenientes de un sistema multisensorial NOSE_V2 UNAD. Autores.

Como método o técnica de programación se integran los siguientes estados para la ejecución del sistema, estos son:

- Estado de inicio
- Estado de limpieza
- Estado de concentración
- Estado de medida
- Estado final

La ejecución del programa inicia en el estado Default, se reinician todas las variables asociadas a los instrumentos virtuales como son los indicadores de estados del proceso y se desactivan los actuadores como son válvulas 1,2,3 y bomba.

Se configura el mensaje de texto informativo para orientar al usuario en la operación del sistema. Automáticamente inicia contador con retardo de 1000ms y se define la condición para saltar al estado de limpieza.

En el estado de limpieza, se define el tiempo de ejecución en 300 segundos garantizando eliminación de residuos de compuestos volátiles al interior del sistema de flujo de aire y se asocia al selector para saltar al estado de concentración, permitiendo preparar al sistema para la toma de

datos provenientes de los volátiles emitidos por las muestras de cacao.

Posterior en el estado de medida los sensores MQ detectan los compuestos volátiles y mediante sistema de adquisición de datos se transfiere la información a un equipo de cómputo donde el usuario podrá visualizar el comportamiento de las señales y realizar el monitoreo de sensores y actuadores y ejecutar el control automático del sistema

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante considerar los instrumentos virtuales y funciones relacionadas con el diseño de la interfaz gráfica de usuario para la correcta ejecución en el momento de la operación del sistema y adquisición de datos.

La figura 3, ilustra las partes que conforman la interfaz gráfica de usuario, que a su vez está relacionada con la programación en máquina de estados

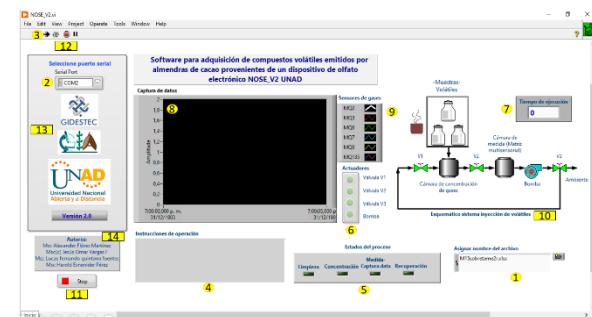


Figura 3. Partes que conforman el aplicativo de software NOSE_V2. Autores.

Identificación y funciones que conforman la interfaz gráfica de usuario:

1. **Asignar nombre del archivo:** Escriba nombre del archivo con extensión. xls

2. Selección del puerto serial: Conecte el sistema multisensorial al puerto USB del computador y seleccione el puerto de conexión desde el menú desplegable.

3. Correr: Dar clic para ejecutar el software.

4. Instrucciones de operación: Pantalla en modo texto que permite al usuario informar instrucciones en para realizar la toma de data, provenientes de los volátiles asociados a las muestras de cacao.

5. Estados del proceso: Indicadores que notifican al usuario de forma visual el estado del proceso en la operación del sistema. Se activan en forma secuencial, está conformado por:

- Limpieza
- Concentración
- Medida

6. Actuadores: Indicadores visuales para realizar monitoreo de la activación de los actuadores del sistema, está conformado por:

- Válvula 1
- Válvula 2
- Válvula 3
- Bomba

7. Tiempo de ejecución: Display que informa al usuario el tiempo de ejecución durante todo el proceso desde el estado de limpieza hasta recuperación.

8. Captura de datos: Visualizador grafico de señales provenientes de la matriz de multisensores de gases asociadas a la nariz electrónica. El eje Y relaciona la amplitud de las señales y el eje X tiempo.

9. Sensores de gases: Etiqueta que relaciona el nombre y color asociado al sensor de gas que será graficado en el visualizador de captura de datos.

10. Esquemático sistema inyección de volátiles: Ilustra el lazo de flujo de aire asociado a la nariz electrónica.

11. Stop: Pulsador para salir o parar la ejecución del software.

12. Botón Stop: Se ubica en la barra de herramientas para salir o parar la ejecución del software.

13. Borde lateral: Espacio en el que se visualizan los logos de los grupos de investigación asociados al proyecto, logo de la universidad y la versión del software.

14. Autores: Relación de participantes que contribuyeron en el diseño del aplicativo

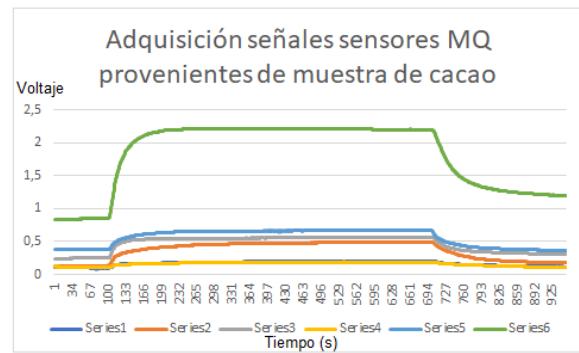


Figura 4. Adquisición de señales provenientes de la matriz multisensorial en respuesta a muestra de cacao. Autores.

III. CONCLUSIONES

La implementación del software labview, permite diseñar interfaz gráfica de usuario de alto nivel para el control, adquisición y monitoreo del sistema multisensorial, es importante tener presente que para la correcta ejecución de la librería Datalogging and Supervisory Control Module y la Toolkit LINX de Makerhub, deben descargarse e instalar en versión a 32 bits.

Es importante considerar 3 elementos fundamentales para implementar una máquina de estados en labview, estos son, integrar una estructura while loop, estructura case y registro de desplazamiento para garantizar la correcta ejecución del sistema, esto permite optimizar recursos de máquina.

Se recomienda trabajar al interior del algoritmo utilizando variables locales las cuales estarán asociadas a los estados definidos para la implementación, esto permite que pueda direccionar el programa al estado deseado.

AGRADECIMIENTO

Agroindustria Villadiosa Norte de Santander,
Licenciado Emiro Villalba, Ing Jorge y José
Villalba, Esp. Jorge Duque Fedecacao.

Ing Lucas Quintana Fuentes Investigador
UNAD.

Ing Richar Jaimes Albarracín. Egresado
UNAD.

Grupo de investigación en sistemas
multisensoriales y reconocimiento de patrones
GISM-UNIPAMPLONA

REFERENCIAS

- [1] National Instruments. (2022). <https://www.ni.com/es-co/support/documentation/supplemental/16/simple-state-machine-template-documentation.html>. 2022, de NI Sitio web: <https://www.ni.com/es-co/support/documentation/supplemental/16/simple-state-machine-template-documentation.html>
- [2] Raymundo Bueno. (2016). Práctica De Máquina De Estados. 2022, de Electrónica, Software Sitio web: <https://el5toteletubbie.wordpress.com/2016/07/28/practica-de-maquina-de-estados/>
- [3] Juan Manuel Mejía Camacho. (2014). Máquina de estados con Hardware. 2022, de UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA Sitio web: <https://rodolfonegrete.wordpress.com/2014/05/20/ejercicio-8-1-maquina-de-estados-con-hardware/>
- [4] Jorge Reyes. (2014). Programe de manera práctica con la plantilla “Máquina de Estados” en LabVIEW. 2022, de National Instruments Sitio web: <https://forums.ni.com/t5/Comunidad-NI-M%C3%A9xico-Documents/Programe-de-manera-pr%C3%ADctica-con-la-plantilla-M%C3%A1quina-de-Estados/ta-p/3521645>

...

TECNOLOGÍA AUTÓNOMA SOLAR: MONITOREO DE VARIABLES CLIMÁTICAS PARA CULTIVOS DE CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

AUTONOMOUS SOLAR TECHNOLOGY: MONITORING OF CLIMATIC VARIABLES FOR COFFEE CROPS IN THE DEPARTMENT OF CAUCA

Rivera, Jaime^{1*}, Torres Guzmán, Margoth Lorena¹

¹Universidad nacional Abierta y a Distancia UNAD, Avenida Roosevelt, Cali, Colombia

*jriveraros@unadvirtual.edu.co

Resumen - La tecnología actual permite llevar a cabo el monitoreo de variables que inciden de manera directa o indirecta en los cultivos. Concretamente mediante el uso de la tecnología IoT (Internet de las cosas), es posible saber en tiempo real y de manera remota, las variables que afectan los cultivos que para este caso particular tiene que ver con los cultivos de café en el departamento del Cauca. Este proyecto plantea el monitoreo de variables tales como la temperatura ambiente, la humedad relativa, la humedad del suelo, la cantidad de lluvia precipitada y la radiación UV. Para registrar los valores de cada una de las variables mencionadas, se utilizan sensores electrónicos y para procesarlas se utiliza la placa de adquisición de datos NodeMCU esp8266, que además presenta la ventaja de poder enviar datos vía wifi. Esta placa de adquisición de datos debe ser programada, es decir se deben grabar en su memoria las instrucciones tanto para procesar los datos que recibe de los sensores como para enviarlos vía wifi y para ello se utiliza el IDE Arduino. La placa envía los datos a alguna página dedicada donde se pueda observar las variables en tiempo real y su comportamiento en el tiempo, en este caso la página que se escogió es Thingspeak. De esta manera se puede visualizar los valores de cada una de las variables y tomar las correcciones del caso si es necesario.

Palabras clave— Humedad, monitoreo remoto, radiación UV, temperatura, variables climáticas.

Abstract – The current technology allows the monitoring of variables as directly or indirectly way and how this affects the agricultural crops. Specifically, using IoT (Internet of Things) technology, it is possible to know in real time and remotely way, how the variables affect the crops, for this case for coffee crops in the department of Cauca. The main of the project proposes, is the monitoring of variables such as ambient temperature, relative humidity, soil humidity, the amount of precipitation and UV radiation. To record the values of each of the mentioned variables, electronic sensors are used and to process them, the NodeMCU esp8266 data acquisition board is used, which also has the advantage of being able to send data via Wi-Fi. This data acquisition board must be programmed, and be recorded in its memory both to process the data it receives from the sensors and to send it via Wi-Fi, and for this the Arduino IDE is used. The board sends the data to a dedicated page where you can see the variables in real time and their behavior over time, in

this case the page chosen is Thingspeak. In this way you can view the values of each of the variables and take the necessary corrections.

Keywords— Climatic variables, humidity, remote monitoring, temperature, UV radiation

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta que existen variables climáticas que afectan la producción y eficiencia en cultivos agrícolas en específico del café, contar con un sistema que haga monitoreo de éstas, permitirá al agricultor tomar decisiones y acciones para mejorar su productividad. El presente proyecto utiliza sensores, para medir la humedad del suelo como el HD-38, la intensidad de los rayos ultra violeta UV como el ML8511, la cantidad de lluvia precipitada en el lugar como el MH-RD, y la temperatura y humedad relativa como el DHT11, además del multiplexor 74HC4051 y la placa de adquisición de los datos NodeMCU esp8266 que involucra un módulo Wi Fi para enviar esos datos a la nube, concretamente a la página Thingspeak.com donde además de visualizarse en tiempo real las variables, se puede llevar un registro histórico con gráficas que muestran el comportamiento de tales variables en el tiempo y a partir de las cuales el agricultor tome decisiones, además de añadir innovación tecnológica a su producto.

Aunque inicialmente se usen cuatro sensores, se puede ampliar la cobertura hasta 8 sensores con salida analógica y hasta 8 sensores con salida digital. Para la alimentación de los dispositivos teniendo en cuenta que es en una zona donde no hay conexiones eléctricas, se usa un panel solar, una batería y un controlador de carga, que permite al sistema tener autonomía eléctrica.

Se usan cuatro sensores, que son el YL69 el cual es un sensor para medir la humedad del suelo, el sensor de intensidad de lluvia MH-RD,

que como su nombre lo indica nos da una idea de que tan intensa es la lluvia que cae en el lugar, el sensor de radiación solar ML8511, con el cual se puede determinar el nivel de radiación UV y el sensor de temperatura ambiente y humedad relativa DHT22, el cual tiene la característica de medir dos variables como la temperatura y la humedad relativa y se diferencia de los otros en que es un sensor con salida digital. Todas las señales tomadas por estos sensores son recogidas de manera secuencial por el multiplexor CD74HC4067, es decir que este dispositivo a una velocidad bastante seleccionar un sensor y luego el siguiente y así sucesivamente hasta terminar con el último sensor y luego repite el proceso, y de igual manera en el mismo orden estos datos son entregados a la placa de adquisición de datos NodeMCU Esp 8266, y es aquí donde esos datos son procesados y luego enviados vía wifi a la nube, concretamente a la página Thingspeak, esta página no solo muestra en tiempo real los datos de cada una de las variables, sino que además realiza las gráficas correspondientes para tener un historial del comportamiento de ellas en el tiempo y el usuario que tenga un dispositivo como celular o computador puede visualizar todo esto y llevar a cabo los correspondiente análisis.

Sensores que intervienen en el proyecto

1. Sensor de humedad del suelo HD-38.

Este módulo está considerado para controlar la humedad del suelo o la tierra de plantas. Debido a que sus puntas han sido tratadas para resistir mejor la oxidación resulta resistente a la

corrosión. Posee una salida analógica que suministra un voltaje proporcional a la humedad.

2. Sensor de intensidad de rayos UV ML8511.

Detecta longitudes de onda entre 280 a 390 nm

Este sensor produce una señal analógica que es proporcional a la cantidad de luz ultra violeta detectada. El voltaje analógico producido es lineal a la intensidad de luz UV expresada en mW/cm², según como se puede observar en la figura 3.

Se espera obtener información de la radiación solar ultravioleta medida en índice UV.

3. Sensor de intensidad de lluvia MH-RD

Este módulo tiene un amplificador operacional LM393, el cual se encarga de amplificar el pequeño voltaje que es generado cuando una gota de agua cae sobre las pistas del módulo. (Ja-bots.com, S.F.)

Entrega una señal analógica que varía según la cantidad de agua que moja el módulo, y también consta de una salida digital que indica la presencia de agua. (Ja-bots.com, S.F.)

Se espera obtener información acerca de la cantidad de lluvia que se precipita en el lugar medida en Litros por metro cuadrado.

4. Sensor de temperatura ambiente y humedad relativa DHT 11

Con este módulo se pretende obtener datos de la temperatura ambiente y de la humedad relativa del lugar.

Componentes.

Placa de adquisición de los datos.

Para la adquisición de datos se utiliza la placa NodeMCU ESP8266 versión 3 la cual tiene la ventaja de hacer la doble función tanto de adquirir datos como de enviarlos vía wifi a la nube y de esta manera poderlos ver en la interfaz HMI que para este caso se eligió Thingspeak.

Esta placa tiene una entrada analógica y ocho pines digitales para ser usados como entradas o salidas según se programe, los pines RX y DX son para la comunicación

La placa NodeMCU ESP8266 puede ser alimentada por medio del puerto USB del PC.

Acople de los datos

Debido a que la placa de adquisición de datos NodeMCU solo posee una entrada analógica, y que se necesita obtener datos de manera simultánea de varios sensores, entonces se hace necesario utilizar un multiplexor como el 74HC4051, el cual posee 8 entradas y puede ser manejado por la misma placa NodeMCU para que de esta manera de forma automática lleguen en cuestión de milisegundos cada una de las señales de los sensores a la placa.

Alimentación de los dispositivos

Para la alimentar los dispositivos electrónicos, se utiliza un panel solar, se está revisando el consumo en potencia para hacer la búsqueda del panel correcto para todo el sistema. La energía producida por el panel solar la cual es directa, alimenta una batería, la cual a su vez alimenta los dispositivos electrónicos, pero no se debe conectar directamente el panel solar a la batería por lo que se usa un controlador de carga el cual controla la corriente con la cual se carga la batería aumentando con ello su vida útil.

La HMI que se usa para este caso es en la plataforma IoT en la página Thingspeak.com

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Implementación del código.

Para la implementación del código se usó el IDE Arduino y el código generado se cargó a la placa NodeMCU ESP8266. Los datos adquiridos por los sensores fueron enviados al Multiplexor CD 74HC4067, el cual, según la dirección seleccionada, elige una salida que envía a la

entrada A0 de la placa NodeMCU y aquí se realiza el proceso de conversión para presentarlos en porcentaje de humedad del suelo, humedad relativa, temperatura ambiente, cantidad de lluvia e índice UV y luego enviarlos a la página de [Thingspeak.com](https://thingspeak.com) donde se pueden visualizar desde cualquier parte que se tenga acceso a internet.

Visualización Remota.

Se utilizó la tecnología WiFi 7 para enviar los datos a la página [www.thingspeak.com](https://thingspeak.com)

En los paneles de visualización se pudo observar lo que marcaba cada uno de los instrumentos de medición de cada una de las variables en tiempo real, así como un registro del comportamiento en el tiempo de cada una de esas variables.

Este sistema es novedoso en el sentido que en vez de utilizar como placa de adquisición de datos una placa Arduino, se utiliza la placa NodeMCU ESP8266 aprovechando su ventaja de poder enviar los datos por wifi, y para compensar la desventaja de esta placa ya que posee una sola entrada analógica, se le añade el multiplexor 74HC4066 que posee 8 entradas analógicas, de tal manera que se usan tres sensores analógicos, pero además se usa una de sus entradas digitales para el sensor de temperatura ambiente y humedad relativa para un total de 4 sensores y 5 variables.

III. CONCLUSIONES

Se pudo comprobar el correcto funcionamiento del sistema en general ya que los sensores analógicos tomaron los datos y los enviaron al multiplexor CD 74HC4067, el cual selecciona una por una las entradas para enviarlos por una única salida a la placa de adquisición de los datos NodeMCU esp8266, ya que esta placa consta de una sola entrada analógica. En cambio, los datos enviados por el sensor de temperatura ambiente y

humedad relativa DHT11, se enviaron directamente a la placa de adquisición de datos ya que este sensor es de tipo digital y la placa posee varias entradas digitales. Una vez realizado el respectivo proceso en la NodeMCU esp8266 esta se comunicó vía wifi con la página thingspeak donde en cada uno de los instrumentos, temperatura ambiente, humedad relativa, humedad del suelo, cantidad de lluvia y radiación UV, se pudo visualizar el valor en tiempo real y conforme transcurrió el tiempo, se obtuvieron las respectivas gráficas.

AGRADECIMIENTO

El proyecto está enmarcado en las actividades que han sido financiado en convocatoria interna número 009 cohorte 2 de la UNAD en alianza con Univalle y el Centro de Excelencia de Nuevos Materiales.

REFERENCIAS

Al final del artículo debe aparecer el listado numerado y ordenado por números consecutivos de todas las referencias que hayan sido citadas desde el texto del documento. Las referencias deberán estar escritas en Times New Roman de 9 puntos, alineadas a la izquierda.

- [1] Ferretrónica. (S.F.). Módulo Sensor de Humedad del suelo Resistente a Corrosión. Consultado el 6 de mayo de 2022. <https://n9.cl/2je6i>
- [2] Artemis Systems, (S.F.). Sensor de luz ultravioleta ML8511. Consultado el 15 de marzo de 2022. <https://module-destepte.ro/en/produse/uv-light-sensor-ml8511/>
- [3] SSDiect. (S.F.). Módulo WiFi NodeMCU V3 ESP8266 - Lolin con CH340. Consultado el 22 de noviembre de 2021. <https://ssdielect.com/cb/wifi-sistemas-de-desarrollo-esp8266-wifi/768-nodemcu-lolin-ch340.html>
- [4] Gilchrist, A. (2017). IoT Security Issues: Vol. Primera edición. DeG Press. Recuperado de https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1630323&lang=es&site=eds-live&scope=site&ebv=EB&ppid=pp_131
- [5] Llñan Colina, A. Vives, A. Zennaro, M. Bagula, A. Pietrosemoli, E. (2016). Internet of Things in Five Days (pp. 17 – 21): Autoedición. Recuperado



EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



- de: <https://openlibra.com/en/book/internet-of-things-in-5-days>
- [6] EOI (2015). Las tecnologías IOT dentro de la industria conectada 4.0. (pp. 11 -27) Recuperado de https://static.eoi.es/savia/documents/EOI_TecnologiasIoT_2015.pdf
- [7] Herrera, M. M., González, S. M., Carazo Luna, J. A., y de León, C. V. C. (2015). Las Redes Inalámbricas De Sensores Y Su Aplicación en El Sector Agroalimentario. Revista de La Alta Tecnología y Sociedad, 7(1), 1-7. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=https://search-ebscohost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&d=b=zbh&AN=110460875&lang=es&site=ehost-live>
- [8] Betancourt Romo, J. (2018). Micro Smart Grid Caso de Telemetría aplicado. [Archivo de video]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10596/22568>
- [9] Turbay, S., Nates, B., Jaramillo, F., Vélez, J. y Ocampo, O. (2013). *Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia.* Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Recuperado de <https://www.sciedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0188461114728225>
- [10] Pérez, E., Ramírez, V. y Peña, A. (2013). *Variabilidad espacial y temporal de la temperatura del aire en la zona cafetera colombiana.* Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. Volumen 2016, Número 89. Recuperado de <https://www.sciedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0188461116300206>
- [11] Ja-Bots.com. (S.F.). Módulo sensor de lluvia MH-RD. Consultado el 31 de mayo de 2022. <https://ja-bots.com/producto/modulo-sensor-de-lluvia-mh-rd/>
- [12] Nicholls, I y Altieri, M. (2015). *Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas.* Agropecuaria.org. Recuperado de <http://agropecuaria.org/2015/12/cambio-climatico-y-agricultura-campesina-impactos-y-respuestas-adaptativas/>
- [13] Cenicafe. (2021). La agroclimatología del cafeto. Cenicafe.org. Recuperado de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/859/17/15.20Agroclimatolog%C3%ADA%20cafeto.pdf>
- [14] Semana.com. (2012). Los 10 productos más sembrados. Semana.com. Recuperado de <https://especiales.semana.com/especiales/los-10-mas/economia/productos-sembrados.html>
- [15] Universidad de Costa Rica. (2021). Sistemas de rastreo y monitoreo. Buenas prácticas agrícolas. Recuperado de <http://www.buenaspracticasagrícolas.ucr.ac.cr/index.php/manejo-de-protección-de-cultivos/sistemas-de-rastreo-y-monitoreo>

- [16] Sensorgo MKT. (2020). Estaciones Meteorológicas. ¿Qué son y como funcionan? Sensorgo. Recuperado de <https://sensorgo.mx/estaciones-meteorologicas/>
- Ramírez, V., Jaramillo, A., Arcila, J. y Montoya, E. (2010). *Estimación de la humedad del suelo en cafetales a libre exposición solar.* Cenicafé, 61(3), 251-259. Recuperado de [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061\(03\)251-259.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061(03)251-259.pdf)
- [17] Peña, A., Ramírez, V., Valencia, J. y Jaramillo, A. (2013). *La lluvia como factor de amenaza para el cultivo del café en Colombia.* Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Recuperado de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/336/1/avt0415.pdf>
- [18] Jaramillo, A & Arcila, J. (2009). *Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de El Niño y su efecto en la caficultura.* Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Recuperado de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/1133/1/avt0390.pdf>
- [19] Farfán, F & Jaramillo, A. *Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región.* Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Recuperado de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/376/1/avt0379.pdf>
- [20] Panhuyzen, S., & Pierrot, J. (2014). *Barómetro de café 2014. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.* Ensayos sobre economía cafetera, 27(30). Recuperado de https://federaciondecafeteros.org/static/files/5Barometro_de_cafe2014.pdf
- [21] Constantino, L., Gil, Z., Jaramillo, A., Benavides, P. & Bustillo, A. (2011, July). *Efecto del cambio y la variabilidad climática en la dinámica de infestación de la broca del café, Hypothememus hampei en la zona central cafetera de Colombia.* In Proceedings, Simposio: Sociedad Colombiana de Entomología SOCOLEN (pp. 27-29). Recuperado de <https://n9.cl/356c0>
- [22] Arrubla, P., Cárdenas, M & Posada,F. (2010). *EFFECTO DE LA HUMEDAD RELATIVA SOBRE LA GERMINACIÓN DE LAS ESPORAS DE Beauveria bassiana Y LA PATOGENICIDAD A LA BROCA DEL CAFÉ Hypothememus hampei.* Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica , 13 (1), 67-76. Recuperado el 30 de junio de 2022, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262010000100008&lng=en&tlang=es.



Eje 2: Responsabilidad industrial, social y sustentable

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE COMPLEJOS DE RUTENIO CON LIGANTES N- HETEROCÍCLICOS, EVALUACIÓN CATALÍTICA EN REACCIONES DE ALQUILACIÓN DE METILCETONAS

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF RUTHENIUM COMPLEXES WITH N- HETEROCYCLIC LIGANDS, CATALYTIC EVALUATION IN METHYLKETONE ALKYLATION REACTIONS

Castañeda Trujillo, L. Diana^{1,3*}, Jaramillo, Frey R.¹, Osorio, Carlos A.², Cuenú, Fernando³, González, Cristian A³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Dg 25 cra 23 Milán, Dosquebradas, Colombia

²Universidad Santo Thomas, Bucaramanga, Colombia

³Universidad del Quindío, Cra 15Norte, Armenia, Colombia

[*lady.castaneda@unad.edu.co](mailto:lady.castaneda@unad.edu.co)

Resumen - El presente proyecto de investigación está enfocado hacia la búsqueda racional de derivados de las cúrcumas, logrando una conjugación π extendida altamente fotoestable involucrando la variación estructural de la curcumina y la incorporación de moléculas fluorescentes (cromóforos). Estas variaciones estructurales incluyen modificación de los grupos donadores de electrones en los materiales de partida utilizados, el uso de compuestos fluorescentes aromáticos formilados, compuestos con diversas funcionalidades químicas, compuestos con dobles enlaces conjugados; variaciones que involucran reacciones de cicloadición, reacciones de acoplamientos cruzados y el uso de disolventes adecuados para lograr mejoras en los procesos de absorción-emisión y lograr altos rendimientos cuánticos de fluorescencia, y su posible uso como agentes fluorescentes para aplicaciones optoelectrónicas, electrónicas. Una vez obtenidas las moléculas de cúrcuma modificada, conocidas como ligandos para efectuar la coordinación; se pretende coordinarlos a rutenio, logrando así la coordinación en diferentes puntos del elemento de transición, para ser llevado a cabo la evaluación catalítica en reacciones de alquilación de metilcetonas, reacciones de acoplamiento C-C tipo Mizoroki-Heck y sus realizar sus estudios preclínicos en cáncer de pulmón, gástrico, cabeza y cuello y colon.

Palabras clave—Cáncer, cúrcuma, acoplamiento, fotoestable, ligando.

Abstract - This research project is focused on the rational search for curcumin derivatives, achieving a highly photostable extended π conjugation involving the structural variation of curcumin and the incorporation of fluorescent molecules (chromophores). These structural variations include modification of the electron donating groups in the starting materials used, the use of formylated aromatic fluorescent compounds, compounds with various chemical functionalities, compounds with conjugated double bonds; variations that involve cycloaddition reactions, cross-coupling reactions and the use of suitable solvents to achieve improvements in absorption emission processes and achieve high fluorescence quantum yields, and their possible use as fluorescent agents for optoelectronic and electronic applications. Once the modified turmeric molecules, known as ligands to effect coordination, have been obtained; it is intended to coordinate them to ruthenium, thus achieving coordination at different points of the transition element, to be carried out the catalytic evaluation in methylketone alkylation reactions, Mizoroki-Heck type C-C coupling reactions and their preclinical studies in cancer of lung, gastric, head and neck, and colon.

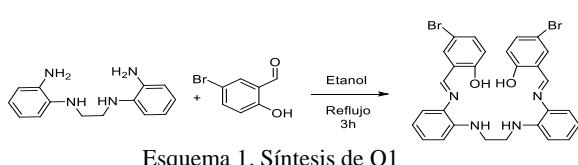
Keywords— Cancer, coupling, curcumin, ligand, photostable.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

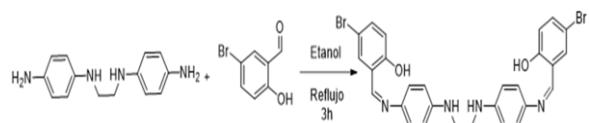
Para el desarrollo del proyecto se inició con las síntesis de los quimiosensores para purificarlos y caracterizarlos, de tal forma que se lograra confirmar la obtención y así continuar con la coordinación a rutenio, la síntesis de cada uno se describe a continuación:

Síntesis de los quimiosensores

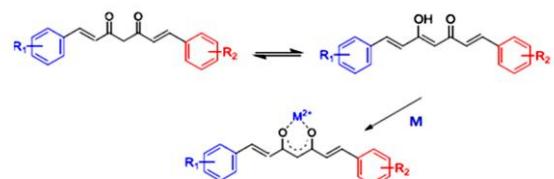
Para la síntesis del quimiosensor 1, se llevará a cabo el esquema 1 de mecanismo de reacción



Para la síntesis del quimiosensor 2 se llevó a cabo el esquema de síntesis 2,

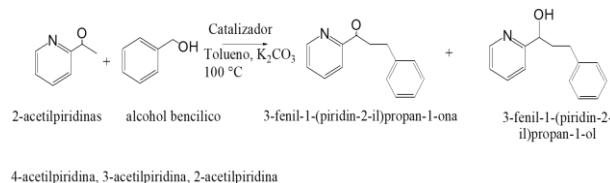


Una vez obtenidos se procede a realizar la coordinación a rutenio, cabe resaltar que en el presente proyecto está en curso por lo que la coordinación se va a desarrollar en una estancia en México, a partir de allí se espera obtener los compuestos de coordinación y caracterizarlos de tal manera de proceder a realizar la catálisis, la síntesis de los complejos se realiza a partir de la descripción del esquema 3:



Reacciones de alquilación de metilcetonas

Los complejos de rutenio, serán evaluados en reacciones de alquilación de metilcetonas utilizando alcohol bencílico como fuente de hidrógeno tal como se muestra en el esquema 4. En donde diferentes acetilpiridinas reaccionarán con alcohol bencílico para la formación de derivados del 3-fenil-1-(piridin-n-il)propan-1-ona y como posible subproducto 3-fenil-1-(piridin-n-il)propan-1-ol como se muestra en la figura 1



Esquema 4. Reacciones de alquilación de acetilpiridinas

Las condiciones iniciales de las reacciones serán:

0.1 mL de la acetilpiridina (sustrato), relación catalizador sustrato 1:3000, relación sustrato alcohol bencílico 1:20, relación sustrato base 1:1.5, 4 mL de tolueno, tiempo de reacción 24 horas. La conversión de sustrato será determinada por cromatografía de gases acoplado a masas y por cromatografía de gases con detector FID.

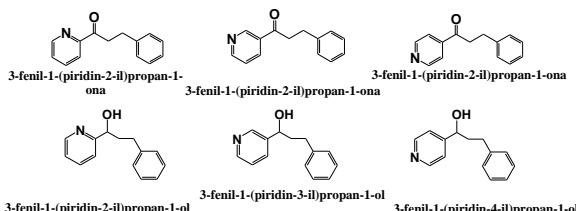


Figura 1. Formación de los derivados

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La curcumina, 1,7-bis-(4-hidroxi-3-metoxifenil)-1,6-heptadieno-2,5-diona, es un

compuesto fenólico derivado de los rizomas de cúrcuma (*Cúrcuma longa Linn*) [1]. Se puede utilizar como un agente colorante [2],[3], y también ha sido usada recientemente en la industria de la medicina como responsable de propiedades antioxidantes y anti-inflamatorias [4],[5]. Recientes e importantes ensayos clínicos han demostrado que la curcumina podría disgregar efectivamente los β amiloïdes asociados con la enfermedad de Alzheimer, así como prevenir la formación de fibrillas y oligómeros en el tratamiento de esta enfermedad, igualmente la curcumina y derivados han sido utilizados en ensayos en numerosos tipos de cáncer [6],[7],[8].

A partir de los UV realizados de la curcumina, se encuentra que exhibe absorción en la región UV-Vis en el intervalo de 408 a 434 nm²⁶. En la mayoría de disolventes polares tales como metanol y DMSO, el espectro de absorción es amplio, pero tiene un pico máximo a 420 nm. La curcumina también exhibe fluorescencia e investigaciones detalladas sobre las propiedades fluorescentes de la curcumina en diversos.

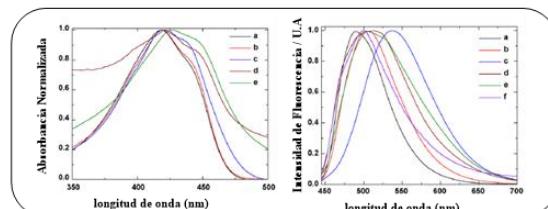


Figura 2. Espectros normalizados de absorbancia (izquierda) y de fluorescencia (derecha) de curcumina en varios solventes

En la figura 3 se muestra el comportamiento fotoluminiscente de los quimiosensores

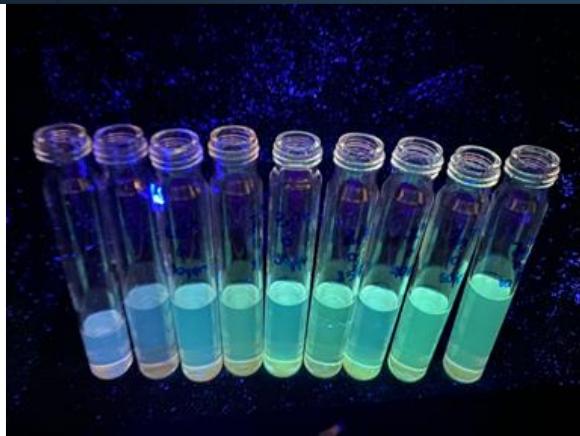


Figura 3. Comportamiento quimiosensores

III. CONCLUSIONES

Se logró obtener compuestos fotoluminiscentes a partir de la modificación de la curcumina, lo que facilitó el ligando precursor para la síntesis de formación del compuesto de coordinación de rutenio. La propiedad que exhibe los quimiosensores llevan a predecir la misma propiedad de fotoluminiscencia para los complejos una vez obtenidos.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a los grupos de investigación GIEPRONAL, GICOC y al semillero de bioprospección, energía y bioindustria.

REFERENCIAS

1. T. Cooper, G. Clark, J. Guzinski and C. Ho, Washington, DC, USA: ACS, 1994.
2. V. Govindarajan and W. H. Stahl, Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 1980, 12, 199-301.
3. N. Shankaracharya and C. Natarajan, Indian Spices, 1973.
4. T. Ak and I. Gulcin, Chem.-Biol. Interact., 2008, 174, 27-37.
5. Y. ABE, S. Hashimoto and T. HORIE, Pharmacol. Res., 1999, 39, 41-47.
6. Z.-Y. Du, X. Wei, M.-T. Huang, X. Zheng, Y. Liu, A. H. Conney and K. Zhang, Arch. Pharm. Res., 2013, 36, 1204-1210.
7. F. Yang, G. P. Lim, A. N. Begum, O. J. Ubeda, M. R. Simmons, S. S. Ambeagaokar, P. P. Chen, R. Kayed, C. G. Glabe and S. A. Frautschy, J. Biol. Chem., 2005, 280, 5892-5901.
8. D. Karunagaran, R. Rashmi and T. Kumar, Curr. Cancer Drug Tar., 2005, 5, 117-129.

SUPRAMOLECULARIDAD DE ISÓMEROS DE NITROFENILMALEIMIDAS CON CARBOXIMETILCELULOSA “CMC”

SUPRAMOLECULARITY OF NITROPHENYLMALEIMIDES ISOMERS WITH CARBOXYMETHYLCELLULOSE “CMC”

Montoya, Maribel^{*}, Valencia, Hoover², Cortés, Héctor³

^{1,2,3} Universidad Tecnológica de Pereira, Cra. 27 #10-02, Pereira, Colombia

*maribelm@utp.edu.co

Resumen - Los polímeros supramoleculares compatibles con el agua se caracterizan por ser reversibles y biodegradables. Experimentalmente se han empleado métodos versátiles para obtener estructuras moleculares de polímeros con mejores propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas, basados en la interacción del monómero y la macromolécula. Esto se puede lograr por el entrecruzamiento de compuestos por medio de puentes de hidrógeno, estas interacciones otorgan a los polímeros supramoleculares propiedades dinámicas para lograr funciones como alta respuesta a estímulos, autocuración y adaptación ambiental, útiles para el desarrollo de nuevos materiales. La carboximetilcelulosa (CMC) puede generar este tipo de interacción por su alta afinidad en los oxígenos de los grupos hidroxilo, además posee alta aplicabilidad en la industria debido a la formación de enlaces de hidrógeno con el agua u otras moléculas. Así mismo las maleimidas han sido compuestos útiles en la industria de los polímeros, otorgando alta resistencia al fuego, buenas propiedades dieléctricas y gran rigidez estructural a los nuevos polímeros obtenidos. Para el desarrollo de este trabajo, inicialmente se obtuvieron mediante mecanosíntesis los

isómeros de nitro-fenilmaleimidas, posteriormente se realizaron mezclas de nitro-fenilmaleimidas con CMC al 2%, a diferentes concentraciones y temperaturas, midiendo la viscosidad como variable de respuesta, a partir de estas mezclas se obtuvieron diferentes polímeros los cuales se caracterizaron por TGA-DSC, pruebas mecánicas para resistencia de materiales y biodegradabilidad, lo que es relevante para explicar el tipo de interacción que está ocurriendo entre ellos para proponer una posible aplicación en la fabricación de empaques térmica y mecánicamente resistentes.

Palabras clave—Carboximetilcelulosa, Nitro-fenilmaleimidas, supramolecularidad, enlace de hidrógeno.

Abstract - Water compatible supramolecular polymers are characterized by being reversible and biodegradable. Versatile methods have been used experimentally to obtain polymer molecular structures with better physical, chemical and physicochemical properties, based on the interaction of the monomer and

the macromolecule. This can be achieved by the crosslinking of compounds through hydrogen bonds, these interactions give supramolecular polymers dynamic properties to achieve functions such as high response to stimuli, self-healing and environmental adaptation, useful for the development of new materials. Carboxymethylcellulose (CMC) can generate this type of interaction due to its high affinity for the oxygen of the hydroxyl groups, it also has high applicability in industry due to the formation of hydrogen bonds with water or other molecules. Likewise, maleimides have been useful compounds in the polymer industry, providing high fire resistance, good dielectric properties and great structural rigidity to the new polymers obtained. For the development of this work, the isomers of nitro-phenylmaleimides were initially obtained by mechanosynthesis, later mixtures of nitro-phenylmaleimides with 2% CMC were made, at different concentrations and temperatures, measuring viscosity as a response variable, from these mixtures were obtained different polymers which were characterized by TGA-DSC, strength of materials and biodegradability, which is relevant to explain the type of interaction that is occurring between them to propose a possible application in the manufacture of thermally and mechanically resistant packaging.

Keywords— Carboxymethylcellulose, nitrophenylmaleimides, supramolecularity, hidrogen bond.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Síntesis de compuestos: La síntesis de los isómeros de nitrofenilmaleimidas se realizó mediante mecanosíntesis a partir de anhídrido maleico y su respectiva nitroanilina, los productos obtenidos son filtrados y lavados con éter dietílico.

2. Preparación de solución de CMC al 2%: Se pesaron 5 g de carboximetilcelulosa (Loba Chemie, extra pura, grado de sustitución 1,0), a los cuales se les adicionó a 250 mL de agua destilada y se agitó a 200 r.p.m en un agitador mecánico por 3 horas a 22 °C.

3. Preparación de soluciones de carboximetilcelulosa con 2, 3 y 4 nitrofenilmaleimida: Se prepararon soluciones descritas en el paso anterior adicionando tres concentraciones diferentes de cada isómero de nitrofenilmaleimida solubilizadas en 5 mL de acetona (Cada solución se preparó por triplicado), Las concentraciones de las soluciones de nitrofenilmaleimida se adicionaron según CL₅₀.

4. Viscosidad de las soluciones: La viscosidad se midió en un viscosímetro rotacional Fungilab modelo ADVANCE utilizando el husillo L3 a diferentes temperaturas 22 °C, 30 °C y 40 °C.

5. Obtención de las membranas poliméricas: Para cada isómero se colocaron 750 mL de solución preparada con anterioridad en una refractaria de 20 cm x 20 cm, llevándose a la estufa a 60 °C por 60 horas para la evaporación de agua.

6. Análisis térmico y mecánico de las membranas poliméricas: Una vez obtenidos los polímeros se realizó calorimetría diferencial de barrido (DSC) en el equipo TGA/DSC SDT 650 Discovery con rampa de calentamiento de 25 °C /min hasta 1000 °C.

Para realizar los ensayos de tensión se obtuvieron 5 probetas de 0,2 mm x 6 mm aproximadamente para cada tipo de polímero, se llevaron a la máquina de ensayos universales Mark- 10 ESM 1500, para registrar el estiramiento de las

películas ante las cargas hasta su punto de ruptura [1].

7. Determinación de actividad respirométrica: En un recipiente de vidrio se colocaron 15 g de compost y 5 g de polímero (se realiza por triplicado para cada isómero de nitrofenilmaleimida), en este se dispone un vial con 10 mL de NaOH 0,8 mol/L para absorber el CO₂ producido por la actividad microbiana del compost, semanalmente, durante 6 semanas, se valoró la cantidad de NaOH remanente con HCl 0,4 mol/L. Se tuvieron como blancos, el recipiente con compost y el recipiente vacío.

CMC + 4-NFMI	120	22	5318
		30	3276
		40	2112
	180	22	4996
		30	3033
		40	2094
	28	22	4998
		30	3080
		40	2042
	56	22	4838
		30	3107
		40	1924
	84	22	5718
		30	3821
		40	2203

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Viscosidad de las mezclas:

Según los resultados obtenidos se puede evidenciar un aumento en la viscosidad a concentraciones mayores de los sistemas imídicos, debido al crecimiento de atracciones intermoleculares que generan entrecruzamientos entre las cadenas de carboximetilcelulosa y los isómeros de nitrofenilmaleimida (tabla 1).

Tabla 1. Viscosidad promedio de las mezclas de CMC con isómeros de Nitrofenilmaleimida (NFMI)

Polímero	Concentración (ppm)	Temperatura (°C)	Viscosidad Promedio (cP)
CMC + 2-NFMI	50	22	2860
		30	2147
		40	1443
	100	22	3372
		30	2307
		40	1856
	150	22	5143
		30	2942
		40	2027
CMC + 3-NFMI	60	22	3435
		30	2765
		40	1898

2. Propiedades térmicas y mecánicas de los polímeros:

Para el análisis de calorimetría diferencial de barrido se compararon los resultados de los tres polímeros obtenidos a partir de las mezclas de CMC con 2, 3 y 4 nitrofenilmaleimida con el polímero obtenido a partir de CMC, observándose un incremento en la temperatura de transición vítrea (figura 1), significa que en las membranas elaboradas se genera un aumento en la estabilidad del material.

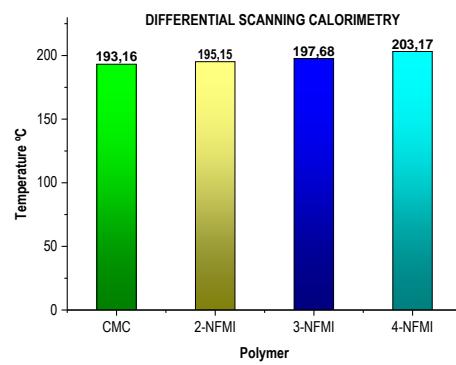


Figura 1. Temperatura de transición vítrea para las membranas poliméricas

En los ensayos mecánicos, cuando se grafica la tensión vs deformación se observa un comportamiento elastomérico (figura 2 a 4) [2].

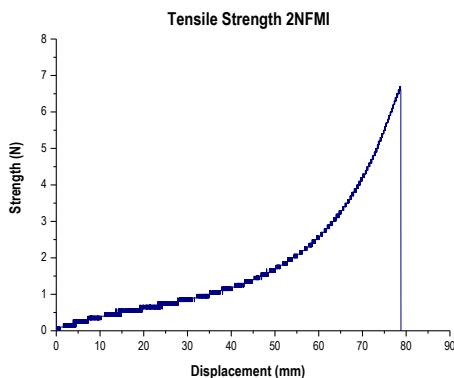


Figura 2. Carga máxima soportada polímero 2-NFMI

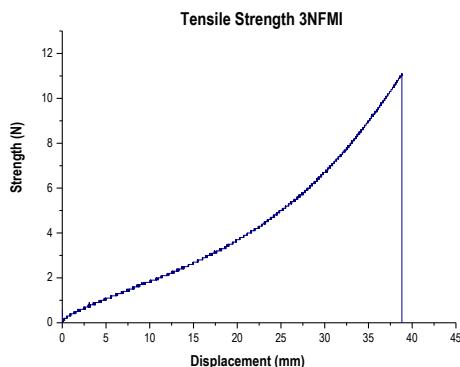


Figura 3. Carga máxima soportada polímero 3-NFMI



Los porcentajes de elongación obtenidos son típicos de elastómeros, con valores cercanos al 200 % (figura 4) [2].

Los resultados obtenidos para la resistencia de las membranas poliméricas muestran un aumento significativo para todos los polímeros con respecto a la CMC (figura 5), evidenciándose un valor mayor para la 4-nitrofenilmaleimida, esto se debe a que en este isómero hay un aumento en los sitios de interacción con la CMC debido a la posición del grupo nitro, así mismo el ángulo de torsión favorece las propiedades térmicas y mecánicas.

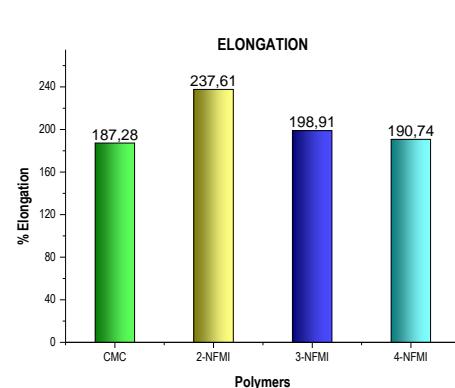


Figura 4. Porcentaje de elongación para las membranas poliméricas

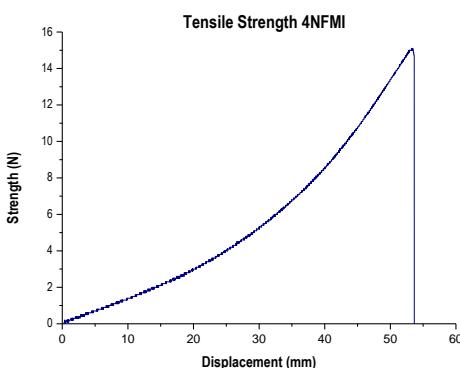


Figura 4. Carga máxima soportada polímero 4-NFMI

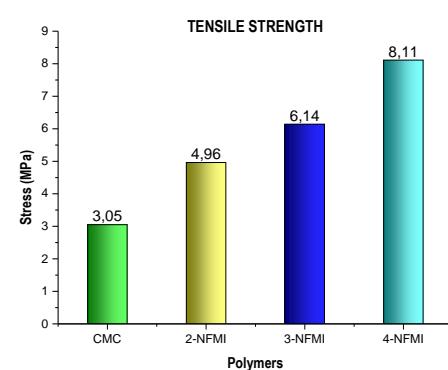


Figura 5. Resistencia a la tracción de las membranas poliméricas

3. Análisis respirométrico:

Para evaluar la degradación de las membranas poliméricas de calcula la masa de CO₂ producida en el tiempo para los sistemas que contienen compost y trozos de polímero, las figuras 6, 7 y 8 muestran la cantidad de CO₂ acumulado durante 42 días de ensayo a una temperatura de 28 °C.

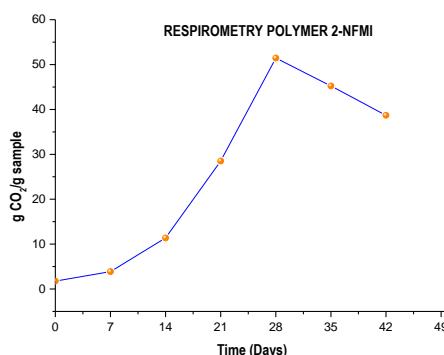


Figura 6. Cantidad de CO₂ generado por el polímero 2-NFMI

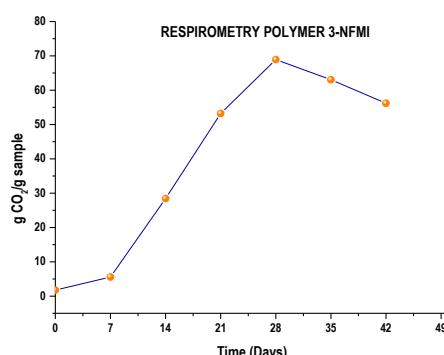


Figura 7. Cantidad de CO₂ generado por el polímero 3-NFMI

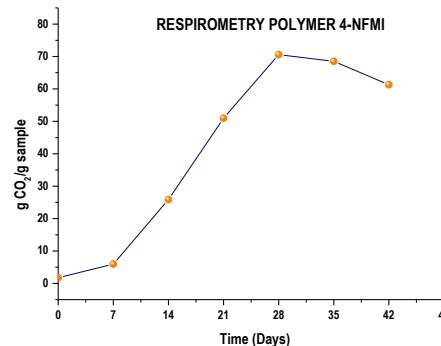


Figura 8. Cantidad de CO₂ generado por el polímero 4-NFMI

Como se puede observar en las figuras 6, 7 y 8 la mayor cantidad de CO₂ para los 3 polímeros se dio en el día 28, posteriormente se observó una disminución de este compuesto debido a la escasez de población microbiana, la cual decrece por falta de sustrato, que se relaciona con la biodegradación del material dentro de los sistemas.

III. CONCLUSIONES

- Las mezclas de CMC con isómeros de nitrofenilmaleimida aumentan la resistencia a fluir, evidenciando la posible interacción por atracciones electrostáticas.
- Las mezclas con los isómeros nitrofenilmaleimidicos adquieren propiedades diferentes a la CMC, incrementando la temperatura de transición vítreo, la resistencia y elongación.
- La prueba respirométrica de los polímeros a base de CMC e isómeros nitrofenilmaleimídicos en compost, evalúa la

producción de CO₂ en el tiempo, mostrando su capacidad de ser degradado por medio de bacterias y hongos.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a Universidad Tecnológica de Pereira y al Doctorado en ciencias en red con la Universidad Tecnológica de Pereira, Universidad del Quindío y Universidad de Caldas.

REFERENCIAS

- [1] Norma ASTM D882 - Tensile Testing of Thin Plastic Film.
- [2] After Odian, George; Principles of Polymerization, 3rd ed., Wiley, New York, 1991, p. 34

DESARROLLO DE DISPOSITIVO DIP COATING IOT DE BAJO COSTO PARA LA FABRICACIÓN DE PELÍCULAS DELGADAS PARA FUTURAS APLICACIONES FOTOVOLTAICAS.

DEVELOPMENT OF LOW-COST IOT DIP COATING DEVICE FOR THE FABRICATION OF THIN FILMS FOR FUTURE PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS.

Martinez Gomez, Jeison Stiven^{1*}, Torres Guzmán, Margoth Lorena²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Colombia

*jsmartinezgo@unadvirtual.edu.co

Resumen – La presente es una propuesta de investigación en desarrollo, cuyo objetivo es lograr un dispositivo dip coating - IoT (internet of things) de bajo costo, con características muy cercanas a los equipos de uso comercial, que sea de utilidad para la fabricación de películas delgadas para futuras aplicaciones en celdas solares, estructuras fotovoltaicas, sensores y la investigación en nuevos materiales. El dispositivo se diseñará en un software CAD para definir su estructura y disposición de partes, para la electrónica se usará un motor DC y placa de desarrollo IoT, entre otros elementos seleccionados según costo, calidad y viabilidad. Por último, será evaluado de acuerdo con su efectividad en la fabricación de películas delgadas, su usabilidad IoT y costo final del equipo con relación a prototipos nacionales y dispositivos comerciales internacionales.

Palabras clave— aplicaciones fotovoltaicas, dip coating, IoT, películas delgadas

Abstract - Abstract - That is a research proposal under development, which aims to achieve a low-cost dip coating device - IoT (internet of things), with characteristics very close to commercial equipment, which is usability for the manufacture of thin films for future applications in solar cells, photovoltaic structures, sensors and research in new materials. The device will be designe in CAD software to define its structure and arrangement of parts. The electronics, a DC motor and IoT development board will be used, among other elements selected according to cost, quality, and feasibility. Finally, it will evaluate in accordance with the concierge its effectiveness in the manufacture of thin films, its IoT usability, and the final cost of the equipment with a concierge to national prototypes and international commercial devices.

Keywords— Dip coating, IoT, photovoltaic applications, thin films

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño estructura: Este equipo se diseñará en software CAD (Sketchup o SolidWorks) pieza por pieza, se tendrá en cuenta aspectos como robustez, estabilidad, adaptabilidad, modularidad, costo de material de fabricación y fácil mantenimiento. Los diseños serán elaborados tomando como ejemplo modelos comerciales profesionales: Nadetech Dip-Coater ND-DC [1], KSV NIMA dip coating [2], entre otros.

Electrónica: los componentes básicos del sistema para tener en cuenta son:

- **El motor**, que se seleccionara de acuerdo con el consumo, capacidad, controlabilidad y vibración. se excluye el motor paso a paso, ya que, Velásquez [4] muestra que los motores de paso al realizar movimientos discretos pueden crear micro olas en la solución precursora, que hacen disminuir la calidad de la película formada. Y, por otro lado, Florez et. al., [5] recomienda el uso de motores de corriente directa (DC) por la facilidad en el control y su estabilidad.
- **La tarjeta de desarrollo**, que entre las opcionadas esta Arduino, Raspberry PI, Wemos D1, se escoge según la dificultad de programación, la usabilidad para IoT y módulos disponibles, así como, su costo.
- **Los drivers**, se tendrá en cuenta su compatibilidad con las tarjetas de desarrollo y su capacidad de control.
- **La fuente de poder**, se buscará acorde a capacidad total del circuito y robustez.
- **El teclado o interfaz humano máquina**, se selecciona de acuerdo con el costo.

Por último, los demás elementos y materiales menores serán evaluados por costo vs calidad para su inclusión en el dispositivo.

Programación: para este punto, se seleccionará una interfaz de usuario fácil y concreta que le permita elegir los parámetros requeridos para funcionamiento de forma intuitiva. También, se creará la conexión IoT del dispositivo para que pueda ser programado o monitoreado remotamente, la referencia [6] afirma que los dispositivos de la industria 4.0 (como los IoT) promueven nuevas posibilidades y servicios útiles para el entorno académico, entre otros. Y, por último, se elaborará una guia o manual de usuario con el que se identifique tanto el funcionamiento como las partes susceptibles de mantenimiento y como proceder.

Evaluación del dispositivo: el dispositivo será evaluado según la reproducibilidad de muestras de películas delgadas las cuales serán evaluadas por medio de microscopía electrónica de barrido SEM, difracción de rayos X (DRX), resolución de control de variables y costo total del mismo en relación con dispositivos comerciales internacionales y prototipos nacionales.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de esta investigación busca contribuir con el desarrollo de un dispositivo muy cercano a uno comercial que cumpla las necesidades para realizar investigaciones por la técnica dip coating en el laboratorio de películas delgadas y el centro de excelencia de nuevos materiales - CENM, en colaboración con los grupos de investigación de películas delgadas y de transiciones de fase del departamento de física de la Universidad del Valle – UNIVALLE, y SIGCIENTY de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Se espera que este desarrollo tecnológico sirva de base para las distintas universidades en el desarrollo de películas delgadas para aplicaciones fotovoltaicas y/o de estudio de nuevos materiales.[7].

III. CONCLUSIONES

La propuesta está encaminada a la realización de dispositivo dip coating IoT que sea de utilidad tanto a nivel regional como nacional, el cual una vez desarrollado puede ser aplicable tanto a la investigación o industria, en películas delgadas y desarrollo de nuevos materiales, por su proyección comercial.

AGRADECIMIENTO

El proyecto está enmarcado en las actividades que han sido financiado en convocatoria interna número 009 cohorte 2 de la UNAD en alianza con Univalle y el Centro de Excelencia de Nuevos Materiales.

REFERENCIAS

- [1] Guillén, Y. (2018) Construcción de un equipo Dip Coating, deposición y caracterización de películas de SnO₂ por la técnica de recubrimiento por Inmersión <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6741>
- [2] Biolin Scientific. (2022). Dip coating: measurements. Recuperado de: <https://www.biolinscientific.com/ksvnima/fabrication-and-deposition-of-thin-films/dip-coaters>
- [3] Ospina-Calderón, J. A.; Lota-Mendoza, C. A.; Betín-Bohórquez, B. S.; GarcíaGómez, C. A.; Rincón-Ortiz, R. J.; Llamosa-Pérez, D. (2019). Diseño y construcción de una máquina Dip Coater para la obtención de recubrimientos de SiO₂ mediante la técnica sol-gel. Revista Ontare, 7, 71-96. DOI: <https://doi.org/10.21158/23823399.v7.n0.2019.2577>
- [4] Velásquez, A. A, Urquijo, J. P, & Gutiérrez, Y. (2014). Diseño y construcción de un reactor mecatrónico para el crecimiento de películas delgadas por la técnica de recubrimiento por inmersión. Ingeniería y Ciencia, 10(20), 93-113. Retrieved August 10, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-91652014000200008&lng=en&tlang=es.
- [5] L.A. Florez-Bedoya, L. E. Mora-Joaqui, B. Cruz-Muñoz, R. J. Dorantes-Rodríguez, S. Castro-Ospina, A. Ríos-Gaviria

"Implementation of an automated film deposition equipment under the sol/gel dip-coating technique" Ing. Univ. vol. 26, 2022. <https://doi.org/10.11144/javeriana.iued26.iafd>

[6] Sandoval C, N. S, Acevedo Q, N. M., & Santos J, L. M. (2022). LINEAMIENTOS DESDE LA INDUSTRIA 4.0 A LA EDUCACIÓN 4.0: CASO TECNOLOGÍA IoT. REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA), 1(39), 81–92. Recuperado a partir de <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojserviceinves/index.php/rcta/article/view/1379>

[7] Baptista L, et al. Multilayer Graphene Films Obtained by Dip Coating Technique. Materials Research [online]. 2015, v. 18, n. 4 [Accessed 10 August 2022], pp. 775-780. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1516-1439.005415>>. ISSN 1980-5373. <https://doi.org/10.1590/1516-1439.005415>.

RUTA COMPETITIVA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PRODUCTO DE AVITURISMO EN EL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

COMPETITIVE ROUTE FOR THE STRENGTHENING OF THE AVITOURISM PRODUCT IN THE COLOMBIAN CARIBBEAN REGION

Mejía Álvarez Delvis del Socorro¹, Fandiño Isaza, Jesús Rafael², Pinzón Candelario Fanny³, Ortiz Restrepo Lilibeth Lilian del Carmen⁴

¹UNAD Coinvestigador Escuela ECBTI, grupo de investigación SIGGIENTY, SEMILLERO integrados Valledupar, Colombia.

²UNAD, Investigador Principal Escuela ECACEN, Santa Marta, Colombia.

³Unad Coinvestigador Escuela ECAPMA

⁴ UNAD Coinvestigador Escuela ECSAH
Delvis.mejia@unad.edu.co

Resumen -. La presente propuesta de investigación está orientada a potenciar el sector de turismo de naturaleza a través del producto del Avistamiento de Ave denominado “Aviturismo” el cual se ha destacado como promisorio y en el cual se detecta la necesidad de realizar un diagnóstico para analizar su potencial económico y social en el departamento del Magdalena, como aspectos o características fundamentales para establecer una ruta competitiva para este sector.

En este sentido, se tiene como objetivo identificar una ruta competitiva para fortalecer la oferta del producto de Aviturismo en la región del Magdalena para lo cual se realiza un estudio con enfoque mixto, el tipo de investigación es descriptiva. La información se obtendrá de empresas operadoras turísticas a través de una encuesta online y la secundaria de bases de datos de páginas relacionadas con el avistamiento de aves. En el desarrollo de la investigación se pudo evidenciar la necesidad de elaborar sobre la base de nuevas tecnologías una ruta de competitividad para el Aviturismo y las diferentes actividades que vienen realizando a través de organización de una feria virtual sobre el Aviturismo en el departamento de la magdalena. Usando las tecnologías para su desarrollo, para destacar los aportes y resultados del proyecto de investigación “Identificación de una ruta competitiva para el fortalecimiento del Aviturismo por efecto del SARS-CoV-2 en el Departamento del Magdalena en los años 2021 y 2022” de

investigación a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 8: Trabajo decente y crecimiento económico, 15: Vida de Ecosistemas Terrestres para lo cual se tendrá en cuenta el Macroproyecto

Palabras clave— Avistamiento, conservación de la naturaleza, desarrollo sostenible, página web, servicios ecosistémicos, Tecnología de Información y comunicación.

Abstract - This research proposal is aimed at promoting the nature tourism sector through the Bird Sighting product called "Aviturismo" which has been highlighted as promising and in which the need for a diagnosis to analyze its potential is detected. economic and social in the department of Magdalena, as fundamental aspects or characteristics to establish a competitive route for this sector.

In this sense, the objective is to identify a competitive route to strengthen the offer of the Birdwatching product in the Magdalena region, for which a study with a mixed approach is carried out, the type of research is descriptive. The information will be obtained from tourist operating companies through an online survey and secondary databases of pages related to bird watching. In the development of the research, it was possible to demonstrate the need to develop, based on new technologies, a competitiveness route for Bird Tourism and the different activities that have been carried out through the organization of a virtual fair on Bird Tourism in the department of Magdalena. Using technologies for its development. to highlight the contributions and results of the research project "Identification of a competitive route for the strengthening of Avitourism due to the effect of SARS-CoV-2 in the Department of Magdalena in the years 2021 and 2022" of research to the Sustainable Development Goals (SDG) 8: Decent work and economic growth, 15: Life of Terrestrial Ecosystems for which the Macroproject will be taken into account

Keywords— Sighting, nature conservation, sustainable development, website, ecosystem services, Information and communication technology.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología se fundamenta generar alternativas que potencialicen el avistamiento de ave, como producto sostenible en el sector turístico del Magdalena, consolidando un enfoque estratégico mediante teorías y modelos que permitan identificar una ruta competitiva y contribuya al crecimiento y desarrollo del sector basadas en la usabilidad de las tecnologías,

contenidos digitales para el fomento del aviturismo en el departamento del Magdalena.

Fase I, Se Diseñaron los instrumentos para determinar las condiciones psicosociales y económicas de las comunidades localizadas en las áreas naturales que dependen de la oferta y prestación del servicio de Avistamiento de Aves en el departamento del Magdalena así mismo para Analizar la caracterización de las empresas de Aviturismo con el fin de conocer su capacidad operativa y logística, tecnológica y de

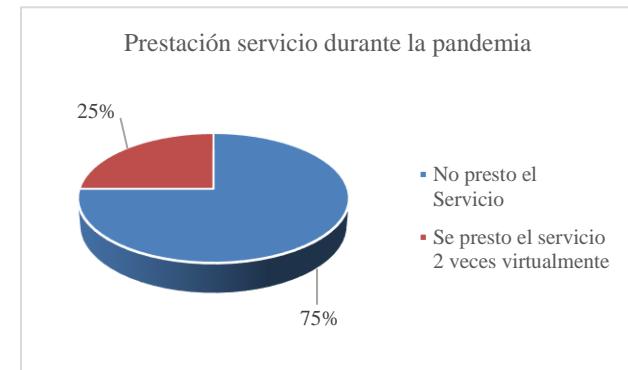
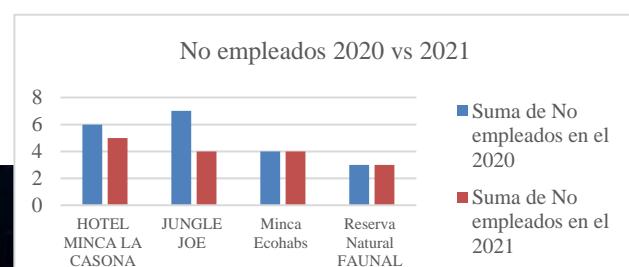
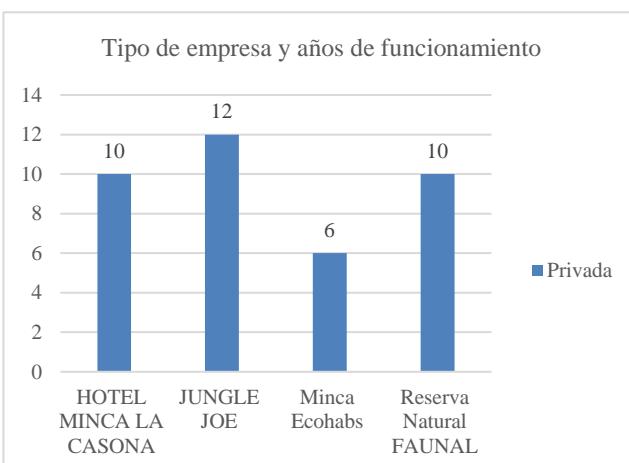
herramientas digitales para la oferta y prestación de sus servicios

Fase II Organizar, diseñar e implementar una Feria virtual del aviturismo en el departamento del Magdalena, con la implementación de la página web: se usaron aplicaciones propias de la web demostrando el uso de las tecnologías mediante las TIC, se realizaron salas de conferencias virtuales, foros, conversatorios, donde existió la intervención de compradores y vendedores de este sector, así como empresarios que apoyan el aviturismo. viendo así los retos que nos da la tecnología en cada uno de este proceso

Fase III. Transferencia de conocimiento integral a través de la feria tecnológica y los diferentes países con sus participaciones. orientados desde la descripción y comprensión de la situación actual del producto en el sector de turismo de naturaleza en la región Caribe de Colombia.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se permitió una descripción de la situación actual del producto avistamiento de aves en el sector turístico del Departamento del Magdalena.



Un panorama global sobre la situación actual del aviturismo incluyendo las entidades públicas y privadas del orden nacional y regional dedicadas a la protección y conservación de las distintas especies de aves en el Departamento objeto de estudio.

Desarrollo de la feria virtual del aviturismo en el departamento del Magdalena, se hizo el lanzamiento de la página web del aviturismo en el departamento del Magdalena, como un escenario de comprensión y cooperación internacional, en medio del proceso de globalización. Obteniendo recursos digitales para este sector, salas de conferencias virtuales, foros.

III. CONCLUSIONES

Fortaleció el sector de turismo de naturaleza a través del producto del Avistamiento de Ave denominado "Aviturismo".

Es fundamental el desarrollo de herramientas mediadas por tecnología para el fomento de las empresas dedicadas al Aviturismo en el departamento del Magdalena porque es una población relegada ante el sector y marcados por épocas de pandemia, de sobremanera en las estrategias de competitividad del producto de avistamiento de aves en el Departamento del Magdalena.

La organización de la primera feria virtual del aviturismo en el departamento del Magdalena, diseño web y la utilización de recursos digitales didácticos promueven las riquezas naturales del Aviturismo en la región del caribe colombiano de manera integral como en los diferentes sectores. Ya que, el avistamiento de aves en sus diferentes sectores, se aprovecha para darse a conocer mediante: salas virtuales para sus negociaciones, sección de las diferentes aves endémicas propias del departamento y rutas competitivas

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento a la Unad, aliados estratégicos, empresas apoyo, a todas las escuelas de la Unad a los países aliados al evento, al sector Turismo, semilleros de investigación, grupos de investigación, y equipo de trabajo del proyecto

REFERENCIAS

[1]... ANATO. (2013). Plan de Negocio de Turismo de Naturaleza de Colombia. Recuperado de

<https://www.anato.org/es/plan-de-negocio-de-turismo-de-naturaleza-de-colombia/plan-de-negocio-de-turismo-de-naturaleza-de>

[2]... Arias, F. (2012). El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. 6. Edición. Editorial Episteme. Recuperado de <https://ebevidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACI%C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>

[3]... Fandijo, J., Pineda, A., Dávila, L. y Rodríguez, M. (2017). Diagnóstico del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las empresas del sector de turismo de Naturaleza en el Departamento del Magdalena. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Santa Marta, Colombia.

Las referencias son importantes para el lector, por lo que cada cita debe ser correcta y completa, un error en los datos de una referencia pasará a mermar la autoridad y el valor del artículo.

EMPRENDIMIENTO SOCIAL PARA EL PROGRAMA JÓVENES SOLIDARIOS DE LA FUNDACIÓN ECOMUJER EN PAIPA-BOYACÁ-COLOMBIA

SOCIAL ENTREPRENEURSHIP FOR THE YOUTH SOLIDARITY PROGRAM OF THE ECOMUJER FOUNDATION IN PAIPA-BOYACÁ-COLOMBIA

Fraile Benítez Ana Mercedes^{1*}, Barrera Tamayo, Libia Alejandra², Camacho Ruiz, Lida Marlen³

¹UNAD, KM 1 Vía Pantano de Vargas, Duitama, Colombia.

² UNAD, KM 1 Vía Pantano de Vargas, Duitama, Colombia.

³FEM, Av Libertadores 15 28, Paipa, Colombia.

*ana.fraile@unad.edu.co

Resumen –

La pandemia de COVID 19 y el estallido social de 2021 impactó negativamente en de Paipa - Boyacá-Colombia en especial por la pérdida de empleo cuando hacen parte de organizaciones que se benefician de la actividad turística [1]; porque más del 70% de clientes son turistas y visitantes. Esta situación afecta notablemente no solo a la persona que posee el empleo la cual generalmente es cabeza de hogar, sino también a los miembros de sus familias y en especial a los jóvenes adolescentes, aunque su responsabilidad se concentra en culminar sus estudios, siente necesidad de aportar y alivianar las consecuencias intrafamiliares generadas por la disminución de ingresos, además se enfrenta a una incertidumbre frente a su proyecto de vida, situación que le obliga a buscar oportunidades y busca alternativas y en este sentido encuentra a la Fundación EcoMujer-FEM.

Es necesario destacar que FEM es una organización sin ánimo de lucro constituida desde hace doce años con el impulso de mujeres voluntarias que trabajan por mejorar aspectos de la calidad de vida las familias desde dos líneas de acción; la social y la ambiental; en su trayectoria trabajan en cooperación con diferentes actores en varios programas uno de los cuales es jóvenes solidarios donde afianzan valores, desarrollan actividades de prevención integral, liderazgo y proyecto de vida; y dada situación descrita para su realidad surge la pregunta ¿Cómo generar oportunidades de emprendimiento para jóvenes del municipio de Paipa y que permita mejorar la calidad de vida de ellos y sus familias? se espera que con la metodología Teoría de cambio esta propuesta de investigación aporte al fortalecimiento del emprendimiento social-ambiental donde se promueva la realización personal, familiar y social de los

jóvenes paipanos, en especial aquellos con talentos, capacidades creativas que redunde en la generación de empleo.

Palabras clave— Empleo, Creación de Empresas, Emprendimiento Social.

Abstract - Entrepreneurship in young people shows a multidimensional behavior that in turn is influenced by variables of the socioeconomic context, such as education, family, culture; Therefore, when the head of the household loses their job, Young adolescents are especially affected. Given the decrease in family income, they see the risk of consolidating their life project. This situation moves them to look for job opportunities and, in this sense, they find the youth program. supportive of the EcoMujer Foundation How to generate entrepreneurship opportunities for young people in the municipality of Paipa and that allow them to improve their quality of life and their families? It is expected that with the Theory of Change methodology, this research proposal will contribute to the strengthening of entrepreneurship social-environmental where the personal, family and social fulfillment of young paipanos is promoted, especially those with talents, creative abilities that result in the generation of employment..

Keywords— Employment, Business Creation, Social Entrepreneurship

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de transformación social se analiza desde un proceso de investigación aplicada de carácter descriptiva y se basa la apropiación social del conocimiento en el marco de la ciencia la tecnología e innovación con herramientas que permiten integrar de manera consistente las ideas y necesidades de los actores involucrados que para este caso los actores son desde la academia. UNAD ZCBOY OIR, desde el Estado representado por la Alcaldía Municipal de Paipa - Secretaría de Desarrollo Económico y FEM.

El proyecto se basa en la teoría de cambio que es un modelo reflexivo para pensar los procesos de cambio social. Inicialmente se indaga documentalmente sobre trabajo con jóvenes lo cual posteriormente permitirá el un proceso on estudiantes de los colegios oficiales para grados de noveno a once y se espera trabajar con el grupo de jóvenes en liderazgo y proyecto de vida para construir, proponer cambios, identificando

obstáculos, así como sus conocimientos, habilidades o comportamientos previos de emprendimiento.

Posteriormente se requiere el desarrollo de talleres, ejercicios de co-creación entre los cuales se incluye un concurso de huertas en colegios con la participación de directivos y docentes de los colegios y actores ambientales, con metodologías colaborativas tal como lo asegura [2]. Para alcanzar el propósito principal se espera tomar como referencia los casos realizados en Latinoamérica relacionados con dar respuesta a la necesidad de ofrecer oportunidades de trabajo. [3].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los avances en el proceso permiten mostrar los primeros resultados que se centran en la revisión documental realizada alrededor del tema “*Emprendimiento de jóvenes*” realizado con palabras clave, en la biblioteca e-Libro y en Google Académico, desde allí se identifica que

los jóvenes poseen conducta multidimensional influenciada por variables del contexto socioeconómico, como educación, familia, cultura y el sistema de normas, leyes y regulaciones de los países [4]. En este sentido se parte del concepto de emprendedurismo o emprendimiento el cual es definido como la tendencia de los individuos por aprovechar oportunidades que conduzcan a realizar cambios en la forma de hacer las cosas en la organización o en la creación de un nuevo negocio, lo cual puede generar oportunidades laborales sin dejar de lado que el espíritu empresarial se promueve rutinariamente como una solución a nuestros desafíos sociales y ambientales más apremiantes [5].

Adicionalmente la revisión muestra que el espíritu empresarial, permitirá anticipar respuestas a escenarios de riesgo, contingencia y crisis. [6] y que el emprendimiento social tiene la misión de aliviar los problemas sociales [7]; especialmente, porque en el emprendimiento social el beneficio económico conocido como ganancia solo se producirá como consecuencia del cumplimiento de objetivos sociales o ambientales [8]

De otra parte, se asegura que la innovación es vista como herramienta que desarrolla espacios de conocimiento y crecimiento económico y que para innovar se necesita creatividad, gestión del conocimiento, apoyo estatal. [9] siendo fundamental señalar que la juventud posee un especial y característico entusiasmo donde cabe la posibilidad de una formación centrada en emprender lo que convierte a la adolescencia en una etapa especialmente interesante [10].

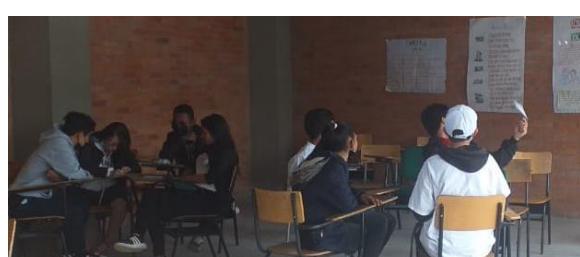
Se avanza en los términos de referencia para el concurso de huertas en los colegios, se logra la participación de un actor ambiental que actuará como asesor técnico y se avanza en los talleres



con jóvenes en aspectos de liderazgo, iniciativas empresariales y desarrollo de competencias que se requieren para procesos de negociación. Adicionalmente FEM realiza talleres de iniciativa empresarial los días martes en jornada tarde en los que se trabajan aspectos de mejorar competencias comunicativas con los jóvenes con el apoyo de profesionales en comunicación, arte, teatro y psicología; en la figura 1 se presentan las fotografías de algunos talleres realizados.

III. CONCLUSIONES

El trabajo con jóvenes paipanos enfrentan condiciones y situaciones diversas entre las cuales se encuentran aspectos como dificultades en la comunicación corporal, verbal y en general un lenguaje de negocios sin embargo tienen entusiasmo, iniciativas creativas, alto compromiso ambiental y social y dadas las características particulares del territorio con dinámica turística es posible asegurar que el concurso de huertas en colegios es posible y generará oportunidades para los jóvenes y sus familias, y para ello se han identificado aspectos a considerar, como es el reconocimiento del territorio para incluir en la comercialización de los productos elementos intangibles que permitan agregar valor, también se identificó la iniciativa relacionada con venta de servicios como es la oportunidad de establecer de tres o cuatro senderos que permitan diversificar productos por ciclo de vida familiar, edad y variables psicográficas de tal manera que se desarrollen productos o paquetes con temas relacionados a la historia y la cultura del territorio.





Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



Figura 1. Fotografia taller con Jovenes en FEM

[10] Segura Mojica, F. J. (2018). El emprendimiento y los jóvenes: dimensiones psico-sociales. Madrid, España, Plaza y Valdés, S.A. de C.V. Recuperado de <https://nanourl.org/Lmr>

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a miembros de Fundación EcoMujer en especial a la Directora María Luisa Camacho y a la Directora de UNAD CEAD Duitama Dra. María Teresa Melo.

REFERENCIAS

- [1] López, A. (29 de 03 de 2021). Secretaría de Desarrollo Económico Municipio de Paipa. (N. Rincon, & A. Fraile, Entrevistadores)
- [2] Ducoing Watt, A. M. (II.) (2018). Epistemologías y metodologías de la investigación educativa. México, Newton Edición y Tecnología Educativa. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/unilibre/130382?page=384> educativa. México, Newton Edición y Tecnología Educativa. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/unilibre/130382?page=384>.
- [3] Uribe, J. y Uribe, J. (2017). Experiencias de emprendimiento social en Iberoamérica. Almería, Spain: Editorial Universidad de Almería. Recuperado de <https://nanourl.org/ca>
- [4]. Suárez-Álvarez, J., & Pedrosa, I. (2016). Evaluación de la personalidad emprendedora: Situación actual y líneas de futuro. Papeles del psicólogo, 37(1), 62-68.
- [5] Vedula, S., Doblinger, C., Pacheco, D., York, J. G., Bacq, S., Russo, M. V., & Dean, T. J. (2022). Entrepreneurship for the public good: a review, critique, and path forward for social and environmental entrepreneurship research. Academy of Management Annals, 16(1), 391-425.
- [6] Bustos-Aguayo, J. M., Juárez-Nájera, M., & García Lirios, C. (2022). Review of entrepreneurship in the COVID-19 era. Revista Ingenio, 19(1), 9-15.
- [7] Manjón Rodríguez, M. J., Merino de Diego, A., & Cairns, I. (2022). Business as not usual: A systematic literature review of social entrepreneurship, social innovation, and energy poverty to accelerate the just energy transition.
- [8] García, M. D. M., Meneses, J. M. M., & Sandoval, K. V. (2022). Theoretical Review of Entrepreneur and Social Entrepreneurship Concepts. Journal of Administrative Science, 3(6), 19-26.
- [9] Peña Lapeira, C. J. (Comp.) (2019). El emprendimiento social y la innovación como motor del crecimiento empresarial. Bogotá, Corporación Universitaria Minuto de Dios. Recuperado de <https://nanourl.org/Zrx>

MULTICULTURALIDAD, INNOVACIÓN Y DESEMPEÑO EMPRESARIAL

MULTICULTURALITY, INNOVATION AND BUSINESS PERFORMANCE

Vivares, Jorge A.^{1*}, Calderón, Gregorio²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Vía Jazmín-Guacás, Santa Rosa de Cabal, Colombia

²Universidad de Manizales, Cra. 9a # 19-03, Manizales, Colombia

*jorge.vivares@unad.edu.co

Resumen – Comprender las interdependencias del desempeño empresarial con diversas variables es un tema que se ha posicionado como clave tanto para la literatura científica como para la práctica empresarial. Tres variables se abordan en este trabajo con el objetivo de responder las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué tanta multiculturalidad existe en las empresas colombianas? ¿La multiculturalidad se está relacionando con el desempeño innovador? ¿El desempeño innovador se está relacionando con el desempeño global de las empresas? Para tal efecto, se recopiló información de 465 empresas localizadas en múltiples regiones de Colombia y se indagó qué tipo de culturas dominantes tenían (entre cuatro opciones: clan, adhocrática, de mercado y jerárquica). Se encontró que hay un 29% de multiculturalidad en las empresas, es decir, aquellas en que no hay una cultura dominante sino varias. También se comprobó que existe relación entre el grado multicultural y el desempeño innovador, así como entre el desempeño innovador y el desempeño de las empresas en su conjunto.

Palabras clave— cultura organizacional, grado multicultural, desempeño innovador, desempeño empresarial.

Abstract - Understanding the interdependencies of business performance with several variables is a key topic to both the scientific literature and business practice. Three variables are addressed in this work to answer the following research questions: How much multiculturalism exists in Colombian companies? Is multiculturalism related to innovative performance? Is innovative performance related to the global performance of companies? For this purpose, information was collected from 465 companies located in multiple regions of Colombia and it was investigated what type of dominant cultures they had (among four options: clan, adhocratic, market and hierarchical). It was found that there is 29% multiculturality in companies, that is, those in which there is not one dominant culture but several. It was also found that there is a relationship between the degree of multiculturalism and innovative performance, as well as between innovative performance and the performance of companies.

Keywords— organizational culture, multicultural degree, innovative performance, business performance.

I. INTRODUCCIÓN

Toda economía que pretenda desarrollarse debe procurar el fortalecimiento de su tejido empresarial, buscar que las empresas tengan un elevado desempeño y creen valor para todas las partes interesadas. Cómo lograr ese desempeño es un problema que está abierto en la literatura porque hay una amplia gama de variables que pueden llevar al anhelado desempeño. Una de ellas es la innovación.

La adaptación a las nuevas tendencias por parte de las empresas exige de innovación, la cual considera a los recursos y las capacidades de la organización como factores clave para innovar [1]. Uno de los factores que se ha encontrado relevante para innovar es la cultura organizacional [2]. La cultura organizacional puede entenderse como un conjunto de valores y creencias compartidas que determinan el comportamiento de los individuos, algo así como una programación mental colectiva [3].

La revisión del estado del arte muestra que frecuentemente los estudios han asumido una perspectiva unicultural, es decir, que la empresa se caracteriza por tener un tipo de cultura específica. No obstante, hay razones para pensar que en las empresas realmente coexisten varios tipos de cultura. En este sentido, el propósito del presente trabajo es responder las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué tanta multiculturalidad existe en las empresas colombianas? ¿La multiculturalidad se relaciona con el desempeño innovador? ¿El desempeño innovador se relaciona con el desempeño global de la empresa?

Para responder estas preguntas se acopió información de una muestra de empresas colombianas. Los resultados pusieron de manifiesto que la multiculturalidad se relaciona con el desempeño innovador y este, a su vez, con el desempeño global de las empresas. El resto del

manuscrito presenta los materiales y métodos utilizados, profundiza en los resultados obtenidos y esboza las principales conclusiones del trabajo.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. *Variables e hipótesis*

Para responder las preguntas se establecieron dos hipótesis. La primera, que el grado multicultural se relaciona con el desempeño innovador. La segunda, que el desempeño innovador se relaciona con el desempeño global de las empresas. El conjunto de variables e hipótesis se presenta en la Figura 1. A continuación, se describen conceptualmente las variables que intervienen.

Grado multicultural: mide qué tanto en una empresa hay un tipo de cultura dominante o varios tipos. Para ello se trabajó con los cuatro tipos de cultura descritos por Cameron y Quinn [4]: clan, adhocrática, de mercado y jerárquica.

Desempeño innovador: grado en el cual una empresa es innovadora en términos de producto, proceso, estrategias comerciales, gestión organizacional y logística.

Desempeño de la empresa: medida multidimensional para el desempeño global en términos de rentabilidad, ventas, imagen, lealtad de clientes, liquidez y productividad.

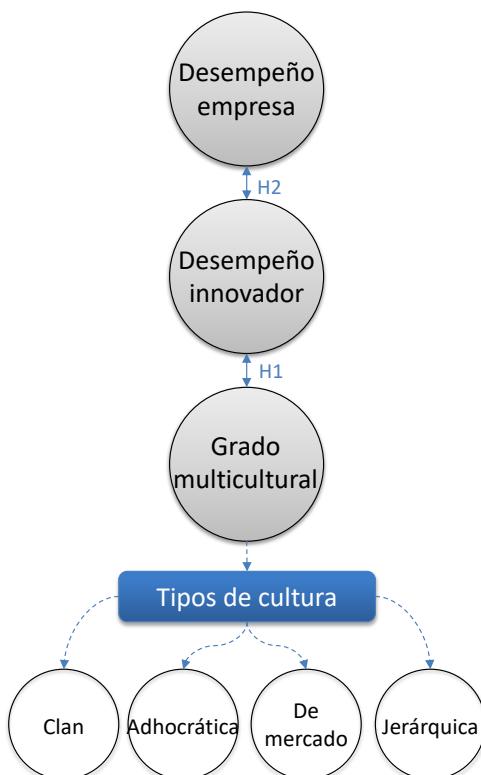


Figura 1. Sistema de variables e hipótesis

B. Instrumento de medición y fiabilidad

La medición de las variables se realizó mediante una encuesta que contenía 27 ítems en total para medir las variables del estudio. Cada ítem fue una afirmación en torno a la empresa que los encuestados debían responder en una escala que iba desde 1 (totalmente en desacuerdo con la afirmación) hasta 5 (totalmente de acuerdo con la afirmación). La Tabla 1 resume las variables y la cantidad de ítems utilizados por cada una. Así mismo, se presenta el coeficiente Alfa de Cronbach con el cual se validó la fiabilidad de la medición porque se obtuvo un valor superior a 0,7 para todos los casos.

Tabla 1. Variables y fiabilidad de la medición

Variable	Ítems	Alfa de Cronbach
Desempeño empresarial	6	0,925
Desempeño innovador	5	0,897

Cultura Clan	4	0,819
Cultura adhocrática	4	0,806
Cultura Racional	4	0,723
Cultura Jerárquica	4	0,820

C. Muestra

La encuesta fue enviada a 971 empresas. Luego de descontar las que no respondieron y aquellas que respondieron pero su encuesta fue descartada por algún inconveniente de acuerdo con el protocolo de procesamiento de datos, se obtuvieron 465 encuestas válidas. Es decir, la tasa de respuesta efectiva fue de 47,9%. Las 465 empresas están localizadas 27 regiones de Colombia más 3 que estaban en el extranjero, tal y como se reseña en la Figura 2.

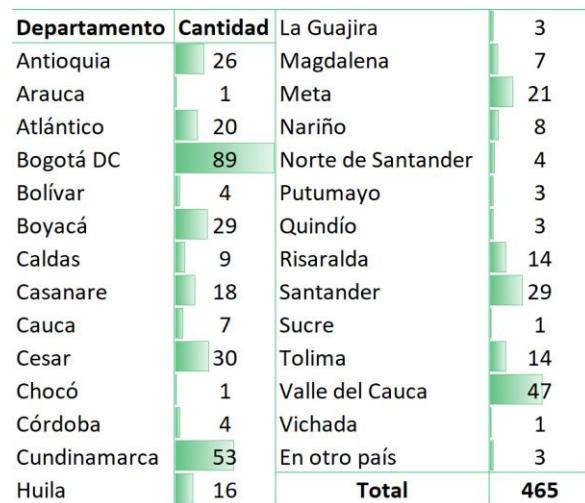


Figura 2. Ubicación de las empresas estudiadas

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primero se exploró el grado multicultural de las empresas estudiadas. En la Tabla 1 se puede ver que el 71% de las empresas se pudo clasificar con una cultura dominante, mientras que el restante 29% registraron dos, tres y hasta cuatro culturas que quedaron empataadas en el sistema de puntajes utilizados para la medición.

Tabla 2. Grado multicultural en las empresas

Culturas dominantes	Cantidad	%
Una cultura	331	71%
Dos culturas	78	17%
Tres culturas	27	6%
Cuatro culturas	29	6%
Total	465	100%

Luego se calcularon coeficientes de correlación de Spearman entre el grado multicultural, el desempeño innovador y el desempeño global de las empresas. Los resultados se presentan en la Tabla 3 y brindan sustento para probar las dos hipótesis de estudio, es decir:

- El grado multicultural de las empresas se relaciona con el desempeño innovador de las mismas.
- El desempeño innovador se relaciona con el desempeño global de las empresas.

Tabla 3. Matriz de correlaciones (Spearman)

	Grado multicultural	Desempeño innovador	Desempeño global
Grado multicultural	-	0,185***	0,137**
Desempeño innovador	0,185***	-	0,667***
Desempeño global	0,137**	0,667***	-

Notas: **Significativa al 0,01. ***Significativa al 0,001.

En este trabajo se concluye que hay dos variables importantes para ir en ese camino: de un lado, el desempeño innovador, relacionado con el grado en que una empresa es capaz de innovar en producto, proceso, mercadeo, organización y logística.

De otro lado, dicho desempeño innovador guarda relación con el grado multicultural de las empresas, es decir, la presencia de una diversidad de culturas que en este trabajo se concibieron en cuatro tipos posibles: clan, adhocrática, de mercado y jerárquica.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por facilitar el trabajo de campo mediante el proyecto 292020.

REFERENCIAS

- [1] E. Fernández, *Innovar para competir*. Madrid: Ediciones Pirámide, 2019.
- [2] J. C. Naranjo-Valencia, D. Jimenez-Jimenez, and R. Sanz-Valle, “Organizational culture and radical innovation: Does innovative behavior mediate this relationship?,” *Creat. Innov. Manag.*, vol. 26, no. 4, pp. 407–417, 2017, doi: 10.1111/caim.12236.
- [3] G. Hofstede, G. J. Hofstede, and M. Minkov, *Cultures and organizations: Software of the mind*. McGraw-Hill, 2010.
- [4] K. S. Cameron and R. E. Quinn, *Diagnosing and changing organizational culture: Based on the competing values framework*, Third Edit. San Francisco: John Wiley & Sons, 2011.

IV. CONCLUSIONES

Cualquier economía que deseé desarrollarse debe trabajar en el fortalecimiento de su tejido empresarial para buscar su alto desempeño y creación de valor. Dicho desempeño depende de múltiples variables.

DESARROLLO DE MARCA DISTINTIVA COMO INNOVACIÓN COMERCIAL DE PRODUCTOS COSMÉTICOS

DISTINCTIVE BRAND DEVELOPMENT AS COMMERCIAL INNOVATION OF COSMETIC PRODUCTS

Molina Arévalo, Natalia¹, Romero Cuéllar Javier Augusto², Zambrano Cortés Lida Margarita³, Trilleros Moica Diana Katherine⁴

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD
Calle 34 # 9a - 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia
natalia.molina@unad.edu.co*

Resumen - Esta propuesta de proyecto nace a partir del proyecto ECBTIPIE24202 “Diseño e implementación de sistema productivo de jabonería artesanal y ecológica usando componentes naturales y grasas de origen vegetal” en donde se diseñó y realizó el montaje de un taller artesanal de jabonería y se formularon tres prototipos de jabón, uno líquido, uno sólido y otro cremoso. La premisa fue usar materias primas de origen vegetal, natural y que aprovechara materias primas propias del Tolima, en este caso se usó la fruta de arazá debido a su alto contenido de vitamina C, componente que tonifica la piel y aporta una gran luminosidad a la piel.

Considerando el desarrollo de prototipos cosméticos basado en el Arazá, este proyecto tienen por finalidad el análisis del mercado para el desarrollo y registro de una marca de cosméticos basada en materias primas naturales y propias del Tolima, identificando características dentro de la competencia, canales de distribución y características de consumo que respondan a un mercado cada vez más exigente en términos de calidad y uso de las prácticas de testeо, que siga aportando a la dinámica productiva del sector de cosméticos a nivel nacional y regional.

Palabras clave— Diseño de Marca, Signos distintivos, Branding, Manual de Marca, Investigación de mercados, Sector Cosmético

Abstract - This project proposal stems from the ECBTIPIE24202 project "Design and implementation of a production system for artisanal and ecological soap making using natural components and fats of vegetable origin" where a craft soap making workshop was designed and assembled and three prototypes were formulated. of soap, one liquid, one solid and one creamy. The premise was to use raw materials of plant origin, natural and that took advantage of Tolima's own raw materials, in this case the arazá fruit was used due to its high content of vitamin C, a component that tones the skin and provides great luminosity to the skin. skin.

Considering the development of cosmetic prototypes based on Arazá, this project aims to analyze the market for the development and registration of a cosmetic brand based on natural raw materials and those typical of Tolima, identifying characteristics within the competition, distribution channels and consumer characteristics that respond to an increasingly demanding market in terms of quality and use of testing practices, which continue to contribute to the productive dynamics of the cosmetics sector at a national and regional level.

Keywords— Brand Design, Distinctive Signs, Branding, Brand Manual, Market Research, Cosmetic Sector.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación es de carácter mixto (cuantitativo-cuantitativo), donde se incluyen métodos de recolección de datos con fuentes primarias y secundarias, con un enfoque metodológico mixto que ofrece mayor complementariedad a los resultados. La parte cualitativa del estudio se realiza a través de dos instrumentos de recolección de datos: observación y entrevistas a profundidad. La observación se realizará en tiendas de maquillaje como Mercacentro, tiendas naturistas y droguerías; las entrevistas a profundidad se realizarán con 50 personas, entre las cuales algunas vendan productos de belleza por medio de catálogos o en tiendas especializadas y otras que compren productos de maquillaje y belleza. La parte cuantitativa se realizará a través de una encuesta virtual; se tiene estipulado una muestra de 200 personas. También se buscará la asesoría de expertos en marketing y branding para el desarrollo de la marca cosmética.

El proyecto consta de las siguientes partes:

- Fase I: Investigación de mercados
- Fase II: Desarrollo del Manual de Marca
- Fase III: Diseño del signo distintivo de la marca
- Fase IV: Documentación de los procesos de registro de marca

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la fase I, se realizará una investigación exhaustiva de mercados donde se logre obtener la información pertinente para el insumo que se requiere de la definición del signo distintivo, en esta fase se contará con al menos dos estudiantes que apoyarán el proceso de observación de mercados y la realización de la recopilación de la información que se obtenga de las entrevistas.

Con el resultado obtenido en la fase I se procede a definir la fase II con cada una de las etapas para el desarrollo del manual de marca de la siguiente manera:

1. Se propone iniciar la guía de estilo con una increíble historia de la marca.
2. Presentar propuesta del nombre oficial de la marca.
3. Usa las pautas para crear logotipos y diseñar y definir una firma característica.
4. Definir la paleta de colores principal de la marca.
5. Definir la jerarquía de las fuentes.
6. Definir una voz de la marca.
7. Especificar qué imágenes e íconos forman parte del estilo de los elementos visuales.

Una vez finalizadas las etapas de la fase II, se tiene una idea global de la marca y con ésta se procederá a fase III donde se realizan las propuestas del diseño del signo distintivo de la marca que pueden ser:



- Palabras.
- Combinación de palabras.
- Elementos gráficos.
- Sonidos.
- Olores.
- Color delimitado.
- Forma de los productos.
- Envases.
- Envolturas.
- Diferentes combinaciones.

Con las propuestas que resulten de los signos distintivos se realizará una selección rigurosa con el apoyo de un experto en branding quien a través del análisis de las investigaciones de las fases apoyará, guiará y orientará la elección de la mejor propuesta.

Finalmente, en la fase IV con el apoyo de los estudiantes se realizará la recopilación de toda la documentación de los procesos de registro de marca para finalmente dejar establecido una manual de cómo realizar dicho proceso cumpliendo los lineamientos de la entidad gubernamental responsable de avalar dicho procedimiento.

Con la realización del proceso anteriormente mencionado se esperan obtener los siguientes resultados y productos esperados:

1 . Generación de nuevo conocimiento	
*Tipo de producto	Artículo científico publicado en revista indexada
Nombre del Producto	Procedimiento aplicado para el registro de marcas cosméticas en Colombia
Resultado del producto	Artículo derivado de los resultados de investigación
Beneficiario	Comunidad empresarial y académica
Medio de verificación	Carta de aceptación de publicación del artículo

2. Formación de Recurso Humano	
--------------------------------	--

*Tipo de producto	Dirección o codirección de trabajo de grado (pregrado)
Nombre del Producto	Tesis de grado sobre desarrollo de marca y branding para cosméticos
Resultado del producto	Tesis cargada en repositorio institucional.
Beneficiario	Comunidad académica
Medio de verificación	Actas de trabajo de grado y sustentación.

3. Desarrollo Tecnológico e innovación	
*Tipo de producto	Informe técnico
Nombre del Producto	Procedimiento aplicado al trámite de registros de marca y branding para cosméticos
Resultado del producto	Documento con los resultados de la investigación
Beneficiario	Comunidad académica
Medio de verificación	Documento cargado en repositorio Institucional

4. Apropiación social del conocimiento	
*Tipo de producto	Evento científico (ponencia)
Nombre del Producto	Procedimiento aplicado al trámite de registros de marca y branding para cosméticos
Resultado del producto	Presentación de los resultados de investigación en un evento académico
Beneficiario	Comunidad académica
Medio de verificación	Certificados de participación

III. CONCLUSIONES

A través de esta investigación se pretende lograr desarrollar y registrar una marca cosmética

basada en un análisis del mercado y que considere los gustos de los consumidores para transferir conocimiento al sector empresarial y académico.

Por medio de esta investigación se establecerán los fundamentos para iniciar un modelo de negocio de cosméticos que esté basado en la fabricación de artículos de belleza con extractos basados en el Arazá ó en materias primas naturales y propias del Tolima.

Se pretende potenciar el mercado de la cosmética a través de la generación y creación de una marca que se abra paso inicialmente en el mercado local y posteriormente en el mercado nacional e internacional a través de una imagen fresca, novedad, innovadora y atractiva que invita a resaltar los valores propios de las materias primas autóctonas del Tolima.

REFERENCIAS

[1] Barrientos, E (2005) Propuesta para la creación y lanzamiento de productos nuevos en la industria cosmética

de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0936_Q.pdf

[2] Blog Bien Pensado (2015). Lanzamientos fallidos en la historia de las marcas. España
<https://bienpensado.com/lanzamientos-fallidos-en-la-historia-de-las-marcas/>

[3] Henao, A (2020) Análisis de Mercado para la creación de una marca de cosméticos en la ciudad de Pereira. Universidad Católica de Pereira. Colombia.
<https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/6169/1/DDMNI65.pdf>

[4] Pastrana, P (2020) Creación y lanzamiento de la marca By Paola Pastrana. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/49917/TG-PastranaBonillaPaolaAndrea.pdf?sequence=2>

[5] Paucar, E (2019) Estrategias de marketing y creación de marca para una MYPE de la región de Arequipa. Perú
<https://1library.co/document/y4wj1xrq-estrategias-marketing-creacion-marca-mype-region-arequipa.html>

[6] Proveedores (2019). ¿Cómo crear tu propia marca de productos de belleza? España.
<https://www.proveedores.com/articulos/como-crear-tu-propia-marca-de-productos-de-belleza>

[7] Varón, M (2013). El proceso de desarrollo de nuevos productos en el sector cosmético colombiano: perfiles de innovación. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20566/822070.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA PRODUCTIVO Y DE E-COMMERCE DE PROTOTIPOS DE LÁMPARAS DE RESINA INSPIRADAS EN LA NATURALEZA Y CULTURA DEL TOLIMA.

IMPLEMENTATION OF PRODUCTION SYSTEM AND ELECTRONIC COMMERCE OF PROTOTYPES OF RESIN LAMPS INSPIRED BY THE NATURE AND CULTURE OF TOLIMA

Henao Ocampo, Erika Viviana¹, Arevalo, Natalia Molina¹

¹Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería Universidad Nacional Abierta y a Distancia,
Colombia
natalia.molina@unad.edu.co

Resumen - Esta propuesta de investigación contempla el diseño de un portafolio de bocetos de lámparas de resina inspirado en la naturaleza y cultura del Tolima para su comercialización por medio del marketing digital y e-commerce.

Para el diseño Esta propuesta de investigación contempla el diseño de un portafolio de bocetos de lámparas de resina inspirado en la naturaleza y cultura del Tolima para su comercialización por medio del marketing digital y e-commerce.

Para el diseño del portafolio de bocetos de lámparas se un estudio sobre elementos culturales y naturaleza del Tolima, se hará una investigación de mercados para conocer las preferencias de los clientes sobre este tipo de lámparas y se consultara a expertos en artesanías tolimenses como los son los consultores del Laboratorio de innovación y diseño para la actividad artesanal del departamento del Tolima.

del portafolio de bocetos de lámparas se un estudio sobre elementos culturales y naturaleza del Tolima, se hará una investigación de mercados para conocer las preferencias de los clientes sobre este tipo de lámparas y se consultara a expertos en artesanías tolimenses como los son los consultores del Laboratorio de innovación y diseño para la actividad artesanal del departamento del Tolima.

Palabras clave— Lámparas de resina, Cultura y naturaleza del Tolima, Sistemas productivos, Marketing digital, e-commerce.

Abstract - This research proposal contemplates the design of a portfolio of sketches of resin lamps inspired by the nature and culture of Tolima for its commercialization through digital marketing and e-commerce.

For the design This research proposal contemplates the design of a portfolio of sketches of resin lamps inspired by the nature and culture of Tolima for its commercialization through digital marketing and e-commerce.

For the design of the portfolio of sketches of lamps, a study on cultural elements and nature of Tolima will be carried out, a market investigation will be carried out to know the preferences of the clients on this type of lamps and experts in Tolima handicrafts will be consulted, such as the consultants of the Laboratory of innovation and design for the artisan activity of the department of Tolima.

From the portfolio of sketches of lamps, a study on cultural elements and nature of Tolima will be carried out, a market investigation will be carried out to know the preferences of the clients on this type of lamps and experts in Tolima handicrafts will be consulted, such as the consultants of the Laboratory of innovation and design for the artisan activity of the department of Tolima.

Keywords— Resin lamps, Culture and nature of Tolima, Productive systems, Digital marketing, e-commerce.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio tiene como tipo de investigación el enfoque mixto, tomando bases fundamentales de la investigación cualitativa y cuantitativa. Esta propuesta busca el diseño e implementación de un sistema productivo y de e-commerce de lámparas de resina tomando como base la naturaleza y cultura tolimense, para lograr tal fin se aplicaran la siguiente secuencia de pasos:

Paso 1. Identificar de elementos de la naturaleza y cultura del Tolima para el diseño de lámparas de resina a través de la consulta de bases de datos, trabajos de grado, artículos y consulta al Laboratorio de innovación y diseño para la actividad artesanal de Tolima

Paso 2. Realizar investigación de mercados para conocer las preferencias de los potenciales compradores de las lámparas de resina por medio de la aplicación de una encuesta con una muestra de al menos 100 personas. La encuesta será aplicada por medio de herramientas digitales como Google Form y tabulada por medio de la herramienta Microsoft Excel para su respectivo análisis.

Paso 3. Diseño de un portafolio de bocetos de lámparas de resina basadas en la naturaleza y cultura tolimense, cada propuesta de lámpara contendrá un plano, despiece y descripción de las piezas necesarias para construir cada prototipo. El portafolio de bocetos contendrá planos de cada propuesta de lámpara. El Portafolio se desarrollara con base en el estudio sobre la cultura y naturaleza tolimense y la investigación de mercados realizada.

Paso 4. Una vez seleccionado un diseño de lámpara con alto potencial comercial, se procederá a montar un sistema productivo artesanal para su elaboración. El Sistema productivo se documentará por medio de fichas de caracterización, diagrama de flujo, fotografías y videos. Así mismo se presentará un protocolo para pruebas de fiabilidad del prototipo.

Paso 5. Primero se calcularán los costos de materia prima, costos de mano de obra y costos indirectos de fabricación asociadas a la elaboración de prototipo. Con la estimación de costos de establecería la utilidad esperada de la venta del prototipo. Con esta información base y usando herramientas TIC se creara una Tienda

Virtual para la venta de la lámparas de resina usando estrategias de e-commerce.

II. RESULTADOS ESPERADOS

1. Estudio de identificación de elementos de la naturaleza y cultura del Tolima para diseñar lámparas de resina.
2. Investigación de mercados sobre expectativas y preferencias del nicho de mercado de las lámparas de resina.
3. Portafolio de bocetos con diseños de lámparas de resina con base en la naturaleza y cultura del Tolima
4. Montaje de sistema productivo de lámparas de resina.
5. Prototipo de lámpara de resina diseñada con base en la naturaleza y cultura del Tolima.
6. Tienda virtual para el e-commerce de los prototipos de lámparas de resina.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y mi familia y la ingeniera Natalia Molina por invitarme a formar parte del semillero ingeniería del valor y emprender con las lámparas de resina.

REFERENCIAS

- [1] Artesanías de Colombia (2022). Laboratorio de Innovación y Diseño para la actividad artesanal departamento de Tolima.
https://artesaniasdecolombia.com.co/PortalAC/C_proyectos/laboratorio-de-innovacion-y-diseno---tolima_8760 Repositorio Unimilitar.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16196/ArredondoMorenoJuanCamilo2017.pdf?sequence=1>
- [2] Dasi, V (2015) Diseño de una lámpara cromática artesanal controlada por arduino. Universidad Politécnica de

Valencia.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/61915/TFG%20-%20Das%C3%ADn%20Mart%C3%ADnez%20V.J..pdf?sequence=1&isAllowed=y> [3] Suarez, L (2 de marzo,2017) 6 herramientas digitales que impulsan tus ventas. Sitio web:
<https://salesup.com/crm-online/cc-5-herramientas-digitales-que-impulsan-tus-ventas.html>

[4] Delgado, M. (2015). La economía de departamento del Tolima: Diagnóstico y perspectivas de mediano plazo.

Fedesarrollo.

https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/2739/Report_Agosto_2015_Delgado_Ulloa_y_Ram%C3%ADrez_Tolima.pdf?sequence=3&isAllowed=y [5] Silva, L. (5 de marzo 2022) Cómo crear una página web para negocio y vender productos o servicios. [Archivo de video]

<https://www.youtube.com/watch?v=JdxoMjOKbQc>

[6] Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (2022) Desempleo: Ibagué sale del top 10 con nueva metodología del DANE. El Nuevo Día.
<https://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/economica/483738-desempleo-ibague-sale-del-top-10-con-nueva-metodologia-del-dane>

[7] Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (2022) Desempleo: Ibagué sale del top 10 con nueva metodología del DANE. El Nuevo Día.
<https://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/economica/483738-desempleo-ibague-sale-del-top-10-con-nueva-metodologia-del-dane>

[8]Viteri, F., Herrera, L., & Bazuerto, A. (2018). Importancia de las técnicas del marketing digital. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento., 2(1). Sitio web: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6732914>

[9]Zayas, A (9 de febrero,2022) Meta Business Suite, el análisis de métricas y tendencias. Sitio web: <https://www.saludiario.com/meta-business-suite-el-analisis-de-metricas-y-tendencias/>

NUTRIMETABOLÍMICA DEL ACEITE DE Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*)

NUTRIMETOBOLOMICS OF Sacha inchi OIL (*Plukenetia volubilis*)

Orozco, Mara Isabel^{1*}, Torres, Jeanellys²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Popayán, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
Popayán, Colombia

*mara.orozco@unad.edu.co

Resumen - Los datos de nutrigenómica sobre los componentes funcionales del aceite de sacha inchi aún son escasos, sin embargo, avanzan las investigaciones rápidamente. El aceite de sacha inchi es una de las fuentes de grasa insaturadas con omegas 3, 6 y 9 y un porcentaje alto de aminoácidos esenciales, y como tal promotor de la nutrición en la dieta occidental y un potencial alimento para contribuir al segundo objetivo de desarrollo sostenible-Hambre cero. Los estudios recientes muestran los efectos positivos en la salud, aportando a evitar enfermedades más prevalentes relacionadas con el índice metabólico, enfermedades cardiovasculares y cáncer. Se han identificado otros biocompuestos como fitoesteroles, fenoles y triterpenos promotores de la salud, presentes también en su semilla consumida como snack o en la torta (co-producto derivado de la extracción de sacha inchi). Las tecnologías ómicas ofrecen oportunidades únicas para identificar biomarcadores nutricionales y de salud asociados a la nutrición y la salud. Las propiedades de los componentes funcionales del aceite de sacha inchi, como el ácido oleico y linolénico, biofenoles y la vitamina E, apuntan a un papel de estas moléculas como factores homeostáticos naturales con aplicaciones como agentes preventivos en condiciones patológicas comunes. En este trabajo se revisan aspectos bioquímicos estructurales, de regulación y en relación con la nutrición y salud, involucrados con los componentes bioactivos del aceite de sacha inchi..

Palabras clave— Omega 3, compuestos bioactivos, metabolómica, nutrición, fitoesteroles, bioprospección

Abstract - Nutrigenomic data on the functional components of sacha inchi oil are still scarce, however research is advancing rapidly. Sacha inchi oil is one of the sources of unsaturated fat with omegas 3, 6 and 9 and a high percentage of essential amino acids, and as such promoter of nutrition in the western diet and a potential food to contribute to the second development objective sustainable-Zero Hunger. Recent studies show the positive effects on health, helping to avoid more prevalent diseases related to the metabolic rate,

cardiovascular diseases and cancer. Other biocompounds such as health-promoting phytosterols, phenols and triterpenes have been identified, also present in its seed consumed as a snack or in cake (co-product derived from the extraction of sacha inchi). Omics technologies offer unique opportunities to identify nutritional and health biomarkers associated with nutrition and health. The properties of the functional components of sacha inchi oil, such as oleic and linolenic acid, biophenols and vitamin E, point to a role of these molecules as natural homeostatic factors with applications as preventive agents in common pathological conditions. In this work, structural biochemical aspects are reviewed, regulation and in relation to nutrition and health, involved with the bioactive components of sacha inchi oil.

Keywords— Omega 3, bioactive compounds, metabolomics, nutrition, phytosterols, bioprospecting

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada para la selección bibliográfica empleó las bases de datos Scielo, Science Direct, Scopus, Redalyc, especializada en ciencias naturales, exactas y sociales y Dialnet, usando como un criterio de inclusión los artículos publicados en el periodo comprendido entre los años 2010 – 2021. Se realizó una primera selección de artículos potencialmente elegibles mediante la revisión de título

y resúmenes, y se procedió a evaluar los estudios potencialmente relevantes mediante criterios de inclusión y exclusión.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La bioexploración del sacha inchi ha permitido explorar compuestos con alto potencial como ácidos grasos esenciales, fitoesteroles, fenoles y vitaminas que no sólo mejoran la salud de las personas sino que complementan la nutrición de quien lo consume [1-5]. Este cultivo es auto sostenible, orgánico, rentable y económico; y ha permitido la creación de nuevas alternativas de alimentación con calidad y económicas en la región y en el país de acuerdo a comunicación oral de Martínez A, 2021, gerente de la Cooperativa Sacha Tambo en el Cauca. Sacha inchi se cosecha en ocho meses máximo y contiene un alto valor nutricional por la presencia de aproximadamente un 25% de proteína vegetal

y un porcentaje de más del 40% de grasas insaturadas (omegas 3, 6 y 9); su parte comestible es la almendra, cuyo consumo está pasando de ser popular en las regiones rurales y en estos momentos, se está extendiendo en países orientales que han estudiado su calidad nutricional como superalimento [3]. Comparando las proteínas de la semilla de sacha inchi (Tabla 1) con los otros patrones recomendados por FAO/WHO/ONU (Reunión Consultiva de Expositores 1985 de FAO/WHO/ONU) para la alimentación de niños en edad pre-escolar de 2 a 5 años, podría resultar deficiente solamente en leucina y lisina, aspecto que lo hace un candidato único en suplir las necesidades proteicas de una población vulnerable [4]. Con la utilización de proteínas alternativas libres de la huella del carbono como las derivadas de leguminosas, se contribuye a resolver el problema de malnutrición, se potencia la producción de cultivos sostenibles que generen escalabilidad productiva y se fomenta la bioeconomía de la región. La bioexploración del cultivo de sacha inchi se ha conseguido diversificar la matriz productiva porque da un valor agregado a los productos y subproductos obtenidos a partir de cada una de las partes del cultivo. En este momento el proyecto realiza procesos de bioexploración de compuestos bioactivos de la planta, el análisis por técnicas analíticas y como parte de tecnología aplicada al cultivo de sacha inchi se proyectó en alianza con Tecnoparque Sena el desarrollo de prototipos de alimentos alimentarios nutricionalmente completos que permitan cubrir inicialmente las necesidades de la población, aprovechando el alto contenido

proteico y de ácidos grasos insaturados que este contiene. El proyecto es *inclusivo* porque va de la mano con la población productora asociada en cooperativas de sacha inchi. *Sostenible* porque (i) el sistema de producción es sostenible con bajos tiempos de cosecha y costos, no usa fertilizantes ya que se utiliza la misma cascarilla generada en el cultivo y otros abonos naturales; (ii) mantiene un flujo de caja al productor con sólo la producción primaria; (iii) genera un impacto ambiental positivo al producir un alimento rico en proteínas que no genera huella de carbono. *Nutritivo*, porque los alimentos formulados o suplementos alimentarios, garantizan una nutrición balanceada por el alto contenido de biocompuestos esenciales que la planta contiene (Tabla 2), y son innovadores porque hay desarrollo de nuevos productos incorporando transferencia tecnológica, lo que coloca la huella del valor agregado a sus productos y subproductos. Uno de los productos a obtenerse es un alimento funcional con alto contenido en omegas 3 y 9 que permita sustituir el consumo de pescados ricos en estos [5].

Tabla 1. Composición fisicoquímica de la semilla de sacha inchi

Componente	Valor
Lípidos	
Aceite	(41.4%)
Lípidos Neutros	(97,2%)
Ácidos Grasos Libres	(1,2%)
Fosfolípidos	(0,8%)
Proteína	
Leucina	(64%)
Tirosina	(55 mg / g)
Isoleucina	(50 mg / g)
Lisina	(43 mg / g)
Treonina	(43 mg / g)
Valina	(40 mg / g)

Minerales	
Potasio	(5563.5 ppm)
Magnesio	(3210 ppm)
Calcio	(2406 ppm)
Hierro	(103.5mg / kg),
Zinc	(49.0mg / kg)
Sodio	(15.4mg / kg)
Cobre	(12.9mg / kg)
Ácidos Grasos	
Ácidos A-Linolénico	(50.8%)
Linoleico	(33.4%)
Carbohidratos	
Fibra dietética insoluble en agua (IDF)	72,4%
Fibra dietética soluble (SDF),	9.0%
Carotenoides	8.4 µg / g

Fuente: Tomado de Chirinos et al., 2013; Follegatti-Romero et al., 2009; Gutiérrez et al., 2011; Maurer, Hatta-Sakoda, Pascual-Chagman & Rodríguez-Saona, 2012.

Tabla 2. Propiedades de la semilla de Sacha Inchi

Propiedades antioxidantes	Propiedades antibacterianas	Propiedades antidislipidémicas
La capacidad antioxidante del Sacha Inchi se ve afectada por métodos de cuantificación y procesamiento, y la composición antioxidante y las propiedades químicas de los componentes del material (Apak et al., 2013). Los métodos de procesamiento deben optimizarse para maximizar el	Los estudios in vitro de semillas han demostrado que los aceites de Sacha Inchi vírgenes disponibles comercialmente no eran bactericidas para <i>Staphylococcus aureus</i> . Sin embargo, estos aceites fueron capaces de prevenir la unión de <i>S. aureus</i> a los	El consumo de aceite de semilla de Sacha Inchi a 0,5 ml / kg de peso corporal por ratas macho Holtzman durante 60 días mejoró su función hepática al reducir los niveles de colesterol y triglicéridos junto con un aumento en los niveles de lipoproteína de alta densidad (HDL) (Gorritiel., 2010).

potencial antioxidante de los productos de Sacha inchi resultantes.	queratinocitos y separar eficazmente <i>S. aureus</i> de los explantes de la piel humana (Gonzalez-Aspajo et al., 2015).	
---	--	--

Fuente: Apak et al., 2013; Gonzalez-Aspajo et al., 2015; Gorritietal., 2010; Gonzales y Gonzales, 2014

III. CONCLUSIONES

Desde una perspectiva nutricional, el aceite de sacha inchi es una rica fuente de ácido oleico y ácidos grasos monoinsaturados y con un promedio de ingesta de los productos de sacha inchi que contienen omega 3, 6 y 9, y a-tocoferol puede proporcionar los requerimiento de omegas y vitaminas requeridos para regular el metabolismo y proporcionar la protección antioxidante derivada de las partículas lipoproteicas y membranas celulares, lo que conduce a un mejor control de factores de riesgo inflamatorios y endoteliales de enfermedades cardiovasculares y enfermedad cerebrovascular. Este tipo de aceite vegetales, aporta una mezcla de biofenoles con funciones biológicas que evidencian capacidad antioxidante, antiinflamatorio y anticancerígeno, los cuales han sido entre los más investigados en modelos animales y en humanos.

AGRADECIMIENTO

Cooperativa de productores de Sacha inchi en el Departamento del Cauca, Sacha Tambo.

REFERENCIAS

- Zapata Acosta, K, Piedrahita, A. M, Alzate, A. F, Cortés, F. B, & Rojano, B. A. (2015). Estabilización oxidativa del aceite de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) con suspensiones de mortiño (*Vaccinium meridionale* SW). Ciencia en Desarrollo, 6(2), 141-153. Retrieved August 15, 2019, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882015000200003&lng=en&tlang=es.
- Rodríguez, G., & Villanueva, E., & Glorio, P., & Baquerizo, M. (2015). Estabilidad oxidativa y estimación de la vida útil del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Scientia Agropecuaria, 6 (3), 155-163.
- Garmendia F. (2010). Efecto del aceite de sacha inchi (*plukenetia volúbilis l*) sobre el perfil lipídico en pacientes con hiperlipoproteinemia. Recuperado el 15 de agosto de 2019. Disponible en <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2011.v28n4/628-632/>
- Rodriguez, Haroldo Silva, et al. (2018). Genetic diversity among accessions of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) by phenotypic characteristics analysis. Acta Amazonica, 48(2), 93-97. <https://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201702591>
- Lucas L., Juan, Icochea D., Eliana, Valdivia R, Ricardo, Carcelén C, Fernando, & Guzmán G., John. (2011). Efecto del aceite de sacha inchi (*plukenetia volubilis*) en la dieta de reproductoras de pollos de engorde sobre el desempeño productivo de su progenie. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 22(4), 283-289. Recuperado en 15 de agosto de 2019, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172011000400001&lng=es&tlang=es.

CARACTERIZACIÓN USO DE HERRAMIENTAS TIC EN MICROEMPRESAS METALMECÁNICAS PROVINCIAS TUNDAMA Y SUGAMUXI, INCENTIVANDO INNOVACIÓN Y ALINEACIÓN CON EL CLÚSTER

CHARACTERIZATION OF THE USE OF ICT TOOLS IN METALWORKING MICROENTERPRISES IN THE TUNDAMA AND SUGAMUXI PROVINCES, ENCOURAGING INNOVATION AND ALIGNMENT WITH THE CLUSTER

Rincón, Nidia¹, Fraile, Ana^{2*}, Garzón, Sonia³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia -Unad, Km 1 Vía Pantano de Vargas, Duitama, Colombia

² Universidad Nacional Abierta y a Distancia -Unad, Km 1 Vía Pantano de Vargas, Duitama, Colombia

³ Universidad Nacional Abierta y a Distancia -Unad, Km 1 Vía Pantano de Vargas, Duitama, Colombia

*ana.fraile@unad.edu.co

Resumen – En este documento se presenta cómo están las microempresas del sector metalmecánico, autopartista y carrocería en las cabeceras de provincia de Tundama y Sugamuxi, en referencia al inventario tecnológico realizado mediante la evaluación de tres grupos de análisis: capacidad instalada, el uso de herramientas TIC y el grado de fomento de innovación. Se utiliza tamaño de muestra con población finita y con muestreo estratificado proporcional, se escogieron las empresas que más representación y dinámica comercial tiene en la zona y están reflejadas en el número de empresas por códigos CIIU 1, seleccionando 6 estratos; y estudiando los grupos con los ítems de evaluación así: en el grupo capacidad instalada - inventario tecnológico desde la maquinaria, dispositivos móviles, equipos y computadores; en el grupo de uso de herramientas desde el análisis del grado de adaptabilidad y en el último grupo a partir de la evaluación de la vigilancia del entorno. Llegando a concluir que las empresas deben identificar la capacidad instalada desde lo tecnológico, para fortalecer el potencial de producción de una organización desde la utilización assertiva y estratégica de las TIC, las cuales mediatizan para que las organizaciones prevalezcan en estos días de alta exigencia a nivel competitivo.

Palabras clave— Desarrollo Industrial, Innovación, Tecnología.

Abstract - This work presents how the micro-enterprises of the metalworking, auto parts and bodywork sectors of the provincial capitals of Tundama and Sugamuxi are doing, in reference to the technological inventory through the evaluation of three groups of analysis: installed capacity, the use of TIC tools and the

degree of promotion of innovation. A sample size with a finite population and with proportional stratified sampling is used, the companies with the most representation and commercial dynamics in the area were chosen and are reflected in the number of companies by CIIU 1 codes, selecting 6 strata; and studying the groups with the evaluation items like this, in the installed capacity group - technological inventory from machinery, mobile devices, equipment and computers; in the group of use of tools from the analysis of the degree of adaptability and in the last group from the evaluation of the monitoring of the environment. Coming to the conclusion that companies must identify the installed capacity from the technological, to strengthen the production potential of an organization from the assertive and strategic use of TIC, which mediates so that organizations prevail in these days of high demand at the level competitive.

Keywords— Industrial Development, Innovation, Technology.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Conocer la capacidad instalada, el potencial de producción de una organización resulta fundamental en estos días de alta exigencia a nivel competitivo, pero a esta necesidad se le suma la de tener claramente identificado el uso y la inclusión de las TIC, pues estas ya no son un lujo o una estrategia competitiva, sino que, se convirtieron en un activo de toda Organización que deseé prevalecer y avanzar hacia el logro de estatus organizacionales mayores.

Se hace preciso, saber que existen varios tipos de tecnologías, tal como lo planea [1]. Un primer grupo son las herramientas digitales para la gestión de información y la comunicación (son la usabilidad del internet y las TIC), el segundo grupo son las tecnologías que mejoran en la identificación y aplicación de métodos inteligentes (pensamiento computacional, inteligencia artificial) y un tercer grupo son las que convierten y extienden el entorno físico (realidad aumentada, realidad virtual, realidad extendida, blockchain).

A partir de este saber, se procede a conocer como están las microempresas del sector metalmecánico de las cabeceras de provincia de Tundama y Sugamuxi, y en qué grupo se encuentran, con ítems de valoración como, la capacidad instalada (inventario tecnológico), el uso de herramientas TIC (grado de adaptabilidad) y fomento de innovación (vigilancia del entorno). La identificación de la tecnología al interior de las empresas genera unas ventajas competitivas y permite unos ascendientes alcances en una mayor penetración en el mercado. Sin embargo, no todas cuentan estas capacidades. así, lo corrobora [2]

cuando explica que la brecha digital es registrada como una gran dificultad a la evolución económica, empresarial y una pared al avance de la sociedad, siendo más notorio en el sector industrial, la comercialización y las transacciones donde se incluyen las microempresas.

Por esta razón, se determina el inventario tecnológico y el grado de adaptabilidad de las microempresas a las tecnologías. Para la presente investigación desde el diseño metodológico, se determinó el tamaño de la muestra a través de la fórmula de población finita con un universo en Duitama de 130 empresas del sector y en Sogamoso 165 empresas, es decir un universo de 295 organizaciones, teniendo como tamaño de muestra de 167 unidades muéstrales, con estratos seleccionados según código CIIU -1, de la base de datos aportada por la comisión regional de competitividad e Innovación de Boyacá. A continuación, se presenta lo respectivo. Con un margen de error del 5% y un p y q del 50%, con Z= 95%.

Las características para la determinación del universo inicialmente fueron: Pertener al sector metalmecánico de las Provincias de Tundama y Sugamuxi, tener al menos 2 años de constituida, tener registro mercantil actualizado en las respectivas cámaras de comercio de las cabeceras de las Zonas Tundama y Sugamuxi; así también se escogieron las empresas que más representación y dinámica comercial tiene en la zona y están reflejadas en el número de empresas por códigos CIIU 1, los cuales sirvieron para establecer los estratos en el muestreo estratificado proporcional, de acuerdo con lo planteado por [3].

Tabla 1. Tamaño de la Muestra por estratos

Estrato	CIIU-1	Cantidad de empresas por estrato		Total Universo	% de muestra por estrato ⁿ	Tamaño de muestra por estrato ⁿ
		Duitama	Sogamoso			
Industrias básicas de hierro y de acero	2410	6	16	22	7,45%	12
Industrias básicas de otros metales no ferrosos	2429	2	3	5	1,69%	3
Fundición de hierro y de acero, producción de partes	2431	3	7	10	3,38%	6
Fundición de metales no ferrosos y otros productos	2432	1	4	5	1,69%	3
Fabricación de productos metálicos para uso estructural	2511	89	133	222	75,3%	126
Forja, prensado estampado y laminado de metal pulimentaria	2592	29	2	31	10,6%	17
		130	165	295	100%	167

A partir del reconocimiento teórico [4] y [5], se diseñó una matriz de evaluación, donde se priorizó como ítems de análisis para la caracterización, se determinaron tres grupos de análisis: del inventario tecnológico: Maquinaria, Dispositivos Móviles, Equipos y Computadores; grado de adaptabilidad y vigilancia del entorno, los cuales integran de forma estructural la gestión tecnológica permitiendo identificar desde lo cualitativo y cuantitativo las tecnologías que domina el sector y su dinámica.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta a continuación el resultado del trabajo de campo realizado a la muestra y donde se pueden identificar los puntos críticos y las potencialidades significativas que se identificaron en cada estrato.

En la variable de evaluación propiedad se busca identificar si el empresario es propietario del activo o está en proceso de adquisición (leasing). Tecnología clave hace referencia a la parte operativa o de producción, y la tecnología base o la administrativa.

Las industrias con código CIIU-1, 2432 tienen la propiedad de la maquinaria está en leasing con un 33%, y en propiedad un 67%; los demás estratos tienen su maquinaria en propiedad, es utilizada en producción con porcentajes superiores al 93%.

El 100% de los empresarios son propietarios de sus dispositivos móviles, a excepción del estrato

Tabla 2. Matriz de evaluación

CIIU	PROPIEDAD	CLAVE	MAQUINARIA			CAPACITACION
			1-2 AÑOS	> 5 AÑOS	RESPONSAB	
2410	92%	100%	50%	50%	100%	75%
2429	100%	100%	67%	0%	67%	33%
2431	83%	100%	50%	50%	100%	50%
2432	67%	100%	33%	33%	100%	33%
2511	95%	93%	5%	71%	56%	40%
2592	100%	100%	0%	71%	47%	12%

CIIU	PROPIEDAD	BASE	DISPOSITIVOS MÓVILES			CAPACITACION
			2-4 AÑOS	> 5 AÑOS	RESPONSAB	
2410	100%	92%	83%	17%	100%	42%
2429	100%	33%	67%	0	100%	67%
2431	100%	50%	67%	33%	83%	67%
2432	100%	100%	67%	33%	67%	0%
2511	100%	91%	62%	21%	13%	44%
2592	100%	88%	76%	29%	100%	41%

CIIU	PROPIEDAD	CLAVE	EQUIPOS (PLC, CNC)			CAPACITACION
			1-2 AÑOS	2-4 AÑOS	RESPONSAB	
2410	58%	100%	71%	29%	100%	29%
2429	100%	100%	100%	0%	100%	0%
2431	100%	100%	100%	0%	100%	0%
2432	100%	100%	100%	0%	100%	0%
2511	98%	100%	45%	2%	100%	2%
2592	41%	100%	41%	0%	100%	41%

CIIU	PROPIEDAD	BASE	COMPUTADORES			CAPACITACION
			1-2 AÑOS	> 5 AÑOS	RESPONSAB	
2410	58%	100%	43%	43%	100%	43%
2429	100%	100%	100%	0%	100%	0%
2431	100%	100%	0%	50%	100%	0%
2432	100%	100%	33%	33%	33%	0%
2511	100%	100%	32%	21%	39%	3%
2592	100%	100%	12%	47%	100%	2%

2410 que tiene un 58% de propiedad y el resto aun los están pagando, todos los dispositivos móviles son utilizados para la gestión administrativa o base, el estrato 2432 y el 2511 no le tienen asignado una persona responsable los otros 4 estratos sí, pero en cuanto a capacitación para darle un uso pleno y pertinente es nula en 4 estratos e inferior al 50% en el 2410,2511,2592, convirtiéndose este aspecto en una de las limitantes más sobresalientes.

En los equipos tales como CNC (los que incluyen el control numérico computarizado) y los PLC(Controladores lógicos programables), si cuentan con estos equipos en unos porcentajes superiores al 40%, pero es muy resiente la adquisición y la capacitación sobre el usufructo en pleno de estos es mínima con un 25,92%.

Al indagar acerca de los computadores 5 estratos tienen al 100% la propiedad de estos, todos son utilizados en la parte administrativa, los estratos 2442 y 2511 tienen un porcentaje del 33% y 39% respectivamente, los otros 4 tiene al 100% un

responsable para el uso de los PC, la capacitación para la adecuada articulación de la herramienta con el quehacer de las empresas es mínimo, con 43% el estrato 2410, el estrato 2511 con un 3% y el 2592 con un 2%.

En el grado de adaptabilidad se encontró que las organizaciones se encuentran en un nivel de cumplimiento medio en el ítem de Equipos, excepto el código 2432 que se encuentra en un nivel de cumplimiento Nulo. Se puede igualmente determinar que el ítem de evaluación tiene cumplimiento nulo para todos los estratos, que es el manejo de licencias de Software. El ítem con una gran representatividad y que la mayoría de organizaciones cuentan es con un recurso humano con una amplia adaptabilidad

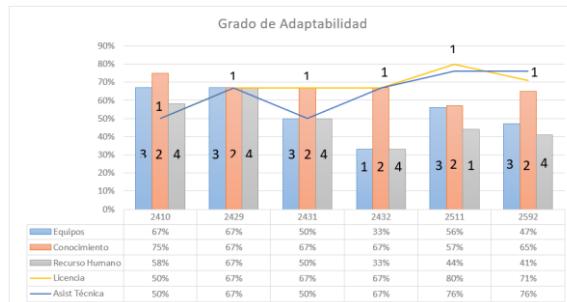


Figura 1. Grado de Adaptabilidad

En el grupo de vigilancia del entorno-Competencia, se puede identificar que las organizaciones tienen un cumplimiento Nulo en la vigilancia del entorno en tecnología base. Y un cumplimiento bajo/medio en Tecnología Clave.

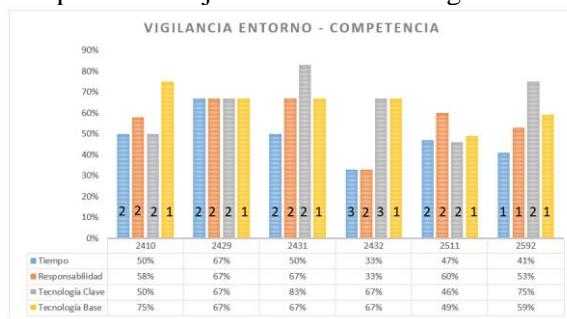


Figura 2. Vigilancia del Entorno- Competencia

En este Ítem se resalta que las organizaciones cuentan con un cumplimiento medio en la búsqueda e innovación de tecnología clave.

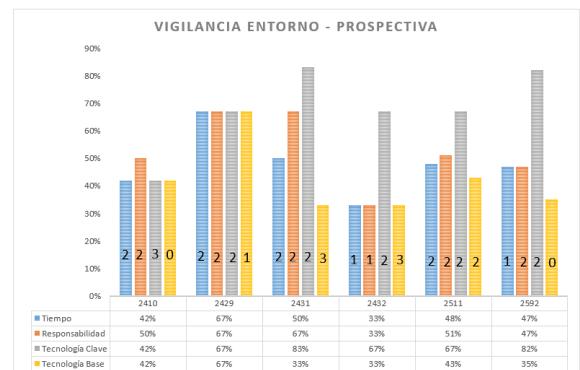


Figura 3. Vigilancia del Entorno-Prospectiva

III. CONCLUSIONES

Las organizaciones del sector analizado, presentan grandes brechas a nivel de uso de tecnología de acuerdo a lo que se requiere y espera para ser organizaciones competitivas actualmente, en ese sentido se encontraron grandes deficiencias en cuanto a su inventario tecnológico, así como en su capacitación y actualización, debido a la escasa tecnología con la que cuentan, por esta razón se ve la necesidad de una intervención sector productivo-académico-estado, donde se articulen acciones que permitan superar estas brechas digitales y estas deficiencias desde infraestructura tecnológicas hasta la gestión del conocimiento.

REFERENCIAS

- [1] Espinosa, M. P. P., & Cartagena, F. C. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1), 33-53.
- [2] Pasquel Cajas, A. F., Pasquel Loarte, L., Cajas Bravo, T. V., Rojas Salazar, A. O., & Mori Paredes, M. A. (2021). Aplicación de las tecnologías de información y comunicación en el desarrollo de las Micro y Pequeñas empresas. Conrado, 17(80), 41-47.
- [3]Pereyra, L. E. (Ed.). (2021). Probabilidad y estadística. Klik.
- [4]Gallego-Alzate, J. B. (2005). Fundamentos de la gestión tecnológica e innovación. TecnoLógicas.
- [5]Estrada, S., Cano, K., & Aguirre, J. (2021). La gestión tecnológica en PyMEs: diferencias entre micro, pequeñas y medianas empresas.

PRODUCCIÓN DE HONGO ORELLANA (*Pleurotus ostreatus*) SOBRE RESIDUOS AGRÍCOLAS Y PASTOS GENERADOS EN LA COMUNIDAD DE OBONUCO – NARIÑO

PRODUCTION OF ORELLANA MUSHROOM (*Pleurotus ostreatus*) ON AGRICULTURAL RESIDUES AND PASTURES GENERATED IN THE COMMUNITY OF OBONUCO – NARIÑO

Andrea Vasquez-Garcia^{1*}, Gabriel Andrés Obando^{2**}, Diana Benavides-Palacios², Henry Fabián Jojoa²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Cra. 28 #40-56, Palmira, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Calle 14 #28-45, 3443700, Pasto, Colombia.

*andrea.vasquez@unad.edu.co

**gabriel.obando@unad.edu.co

Resumen - Fue evaluado el cultivo artesanal del hongo orellana sobre cuatro mezclas diferentes de residuos: dos agrícolas y dos de pastos en la comunidad de Obonuco – Nariño. Para esta evaluación fueron realizados cuatro experimentos con diferentes tratamientos. En el primer experimento los sustratos empleados fueron: cáscara de arverja (CA), rastrojos del cultivo de maíz (RM), pastos Kikuyo (KK) y King grass (KG) y 10% de semilla (SE); en el segundo se emplearon CA, RM, KK, KG, aserrín (AS) y 10% SE. En el tercer fueron empleados CA, RM, KK, KG, AS, salvado de trigo ST y 10% SE, con aislamiento térmico. Para el experimento 4 se emplearon CA, RM, KK, LG, AS, ST, carbonato de calcio al 1% del peso del sustrato en base seca, en este experimento se realizaron variaciones del porcentaje de semilla del 5 al 10, con aislamiento térmico. En el experimento uno no se obtuvo colonización de los sustratos, para el dos se obtuvieron mejores condiciones de colonización, pero sin la formación completa de primordios y cuerpos fructíferos. Para el experimento tres el aislamiento térmico con icopor mejoró la colonización, pero los cuerpos fructíferos murieron a los pocos días de su aparición. Para el cuatro se pudo evidenciar que en los sustratos que más rápidamente se completó la invasión del micelio, fueron las mezclas de KK+CA+RM+AS+ST+1% carbonato de calcio y 7% SE y KK+CA+RM+AS+ST+1% carbonato de calcio y 9% SE con terminación del periodo de incubación a los 28 días después de la inoculación.

Palabras clave— cuerpo fructífero, eficiencia biológica, primordios.

Abstract - The artisanal cultivation of the Orellana mushroom was evaluated on four different mixtures of residues: two agricultural and two pastures in the community of Obonuco - Nariño. For this evaluation, four experiments with different treatments were performed. In the first experiment, the substrates used were:

pea hulls (CA), maize stubble (RM), Kikuyu grass (KK) and King grass (KG) and 10% seed (SE); in the second CA, RM, KK, KG, sawdust (AS) and 10% SE were used. In the third, CA, RM, KK, KG, AS, ST wheat bran and 10% SE were used, with thermal insulation. For experiment 4, CA, RM, KK, LG, AS, ST, calcium carbonate at 1% of the weight of the substrate on a dry basis were used, in this experiment variations of the percentage of seed from 5 to 10 were made, with thermal insulation. In experiment one no colonization of the substrates was obtained, for experiment two better colonization conditions were obtained, but without the complete formation of primordia and fruiting bodies. For experiment three, thermal insulation with styrofoam improved colonization, but the fruiting bodies died a few days after their appearance. For the fourth it was possible to show that in the substrates that the invasion of the mycelium was completed more quickly, were the mixtures of KK+CA+RM+AS+ST+1% calcium carbonate and 7% SE and KK+CA+RM+AS+ST+1% calcium carbonate and 9% SE with termination of the incubation period at 28 days after inoculation.

Keywords— fruiting body, biological efficiency, primordia.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Adecuación del sustrato e inoculación

En el primer experimento los sustratos empleados fueron: cáscara de arverja (CA), rastrojos del cultivo de maíz (RM), pastos Kikuyo (KK) y King grass (KG) y 10% de semilla (SE); en el segundo se emplearon CA, RM, KK, KG, aserrín (AS) y 10% SE. En el tercer fueron empleados CA, RM, KK, KG, AS, salvado de trigo (ST) y 10% SE, con aislamiento térmico. Para el experimento 4 se emplearon CA, RM, KK, LG, AS, ST, carbonato de calcio al 1% del peso del sustrato en base seca, en este experimento se realizaron variaciones del porcentaje de semilla del 5 al 10, con aislamiento térmico. Como control fue utilizada paja de trigo (PT).

Posterior al secado de los sustratos, en el caso de los residuos de cosechas y los pastos, se cortaron a un tamaño de partícula entre 3 y 6cm de largo. Todos los residuos se sometieron a lavado en hipoclorito al 1% durante dos horas y luego se escurrieron en zarandas. Luego los tratamientos se sometieron a un calentamiento con vapor durante dos horas a una temperatura de $85\pm2^{\circ}\text{C}$. Todo lo anterior garantizó que los sustratos quedaran con una humedad del 58 al 62%, finalmente después de mezclados los

sustratos, el pH del sustrato fue ajustado dentro de un rango de 6 a 7 empleando carbonato de calcio al 1%. Se empleo semilla comercial del hongo orellana (*Pleurotus ostreatus*) procedente de Bogotá-Colombia, la cantidad de semilla fue calculada de acuerdo al experimento. Posteriormente, los sustratos fueron esterilizados y cuando estuvieron a temperatura ambiente, se realizó la mezcla de la semilla con el sustrato dentro de bolsas.

Desarrollo de los cuerpos fructíferos y cosecha

Las bolsas fueron incubadas a temperatura de 15 °C y humedad relativa de 74%; las bolsas permanecieron allí durante ocho días sin ser manipuladas. Posteriormente, las bolsas fueron diariamente monitoreadas, se hicieron 4 cortes por cada lado de la bolsa permitiendo el intercambio gaseoso; para mayor homogeneidad en la humedad y aireación las bolsas fueron volteadas diariamente. Esta fase se dio por terminada cuando se observó que el micelio había colonizado toda la superficie del sustrato.

Fase de fructificación

El micelio colonizo toda la superficie del sustrato en todos los siete tratamientos del

experimento 4. Por lo cual, las bolsas fueron llevadas a la zona de fructificación, en donde se presentaron temperaturas de 12°C y humedad relativa de 90%. Con un bisturí se hicieron cortes verticales y horizontales en los lados de la bolsa para aumentar el intercambio gaseoso y promover mayor fructificación. Los sustratos fueron humedecidos diariamente con agua potable. Las cosechas fueron realizadas manualmente desprendiendo los cuerpos fructíferos del sustrato cuando el crecimiento del diámetro se detuvo.

En esta fase se midió el efecto de los tratamientos sobre:

- Número de días en surgir los primordios de los cuerpos fructíferos para dos cosechas.
- Rendimiento de los sustratos, peso total de los cuerpos fructíferos para cada una de las cosechas y la suma de dos cosechas.
- Eficiencia biológica, relación entre el peso fresco de los cuerpos fructíferos y el peso seco del sustrato empleado para su producción, para cada una de las cosechas y la suma de las tres cosechas. $EB = (\text{Peso fresco de los hongos(g)}/\text{Peso seco del sustrato (g)}) \times 100$.
- Productividad = $(\text{g cuerpos fructíferos}/1000 \text{ g sustrato seco}) \times 100$. Todas las variables se evaluaron sobre tres muestras por tratamiento.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de días en incubación

En el experimento uno no se obtuvo colonización de los sustratos, para el dos se estableció la adición de salvado de trigo y aserrín como suplementos, obteniéndose una mejor colonización, pero sin la formación completa de primordios y cuerpos fructíferos. Para el experimento tres se estableció un aislamiento térmico con icopor, el cual mejoró la colonización, pero los cuerpos fructíferos murieron a los pocos días de su aparición. En el experimento cuatro se pudo evidenciar que los sustratos que más rápidamente se completó la invasión del micelio, fueron las mezclas de KK+CA+RM+AS+ST+1% carbonato de calcio y

7% SE (T3) y KK+CA+RM+AS+ST+1% carbonato de calcio y 9% SE (T5) con terminación del periodo de incubación a los 28 días después de la inoculación (ver figura 1).

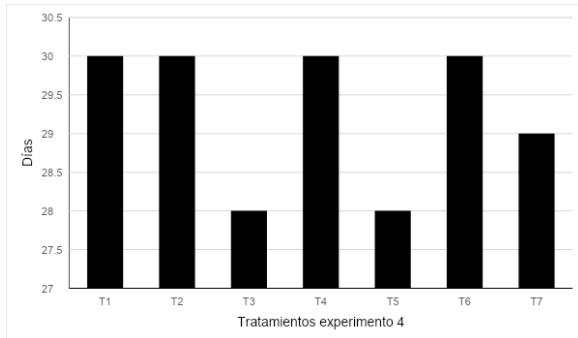


Figura 1. Número de días en periodo de incubación del hongo (*P. ostreatus*) para los 7 tratamientos del experimento cuatro.

[1] estudios anteriores muestran que para el crecimiento de *P. ostreatus* empleando sustratos sólidos para su crecimiento esta fase debe durar aproximadamente 14 días con temperatura constante de 28°C en un ambiente oscuro.

Aparición de primordios

Los resultados de este parámetro son presentados en la Tabla 1. Los tratamientos que más rápidamente formaron primordios en la cosecha uno fueron los tratamientos tres y cinco, seguidos del tratamiento seis con 29 días después de la inoculación. El número de días para la aparición de primordios en los hongos orellana, normalmente ha sido observada entre los 22 a 28 días después de la inoculación de la semilla. [2] indican que el número de días para la aparición de primordios de los hongos *P. sajor-caju* y *Pleurotus cornucopiae* var. *citrinopileatus* cultivados sobre paja de trigo como sustrato bajo condiciones controladas, con 12 horas de luz artificial y temperatura de 20 °C y fue de 28 y 22 días respectivamente, para la primera cosecha.

Rendimiento

El tratamiento que presento mayor rendimiento (g) en la cosecha uno fue en el que compuesto por KK+CA+RM+AS+ST+1% carbonato de calcio y 9% SE (T5) con una producción de 204 gramos. Seguido del T1 (KK+CA+RM+AS+ST+1% carbonato de calcio al 1% y 5% SE) con una producción de 201,3 gramos y el T3 (KK+CA+RM+AS+ST+1% de carbonato de calcio y 7% SE), con una producción igual a la del T1.

Eficiencia biológica

Los tratamientos con mayor eficiencia biológica (%) para la cosecha uno, fueron los tratamientos cinco, uno y tres, presentando mayor eficiencia el tratamiento cinco con una eficiencia biológica del 20,4%. [3], encontraron eficiencias biológicas eficiencias biológicas de 8,65 a 16,77% con sustratos de bagazo de caña de azúcar y paja de arroz, respectivamente, y con un 9,97% para residuos de la poda de pasto de parques, sustrato comparable con el investigado en este estudio.

Productividad

Los resultados se obtuvieron con base al peso acumulado de tres cosechas, la cantidad de sustrato seco y el número total de días para producirlos. El tratamiento uno fue el que presento mayor productividad con 0,30 kg de cuerpos fructíferos frescos producidos en 1kg de sustrato; respecto a los demás tratamientos (3, 4, 5 y 6) la productividad estuvo entre 0,29 kg de cuerpos fructíferos por 1kg de sustrato seco. [4], destacan que mezclas de café con o sin aserrín con bagazo de la caña de azúcar y/o tallo de maíz (tratamientos 8, 9, 11 y 12), donde el tratamiento 8 presento la mayor productividad con 0,905 kg de cuerpos fructíferos frescos producidos en 100 kg de sustrato seco.

III. CONCLUSIONES

La supervivencia y multiplicación de los hongos está relacionada con varios factores, que

pueden actuar individualmente o tener interacciones efectos entre ellos. La combinación de las variables temperatura del aire, humedad, tipos de sustrato, porcentaje de semilla, proporciona un efecto sinérgico optimizando la producción del hongo. Por lo cual, cada tratamiento actúa de forma particular de acuerdo a la combinación de sustratos agrícolas y de pasto, incorporación de aserrín, salvado de trigo, carbonato de calcio.

REFERENCIAS

- [1] Soto-Cruz, O., Saucedo-Castañeda, G., Pablos-Hach, J.L., Gutiérrez Rojas, M., Favela, E. (1999). Effect of substrate composition on the mycelial growth of Pleurotus ostreatus. An analysis by mixture and response surface methodologies. *Process Biochemistry*; 35:127-133.
- [2] Kalmis E, Sargin S. (2004) Cultivation of two Pleurotus species on wheat straw substrates containing olive mill waste water. *International Biodeterior Biodegradation*; 53:43-47.
- [3] Díaz Muñoz, K., Casanova Guajardo, M., León Torres, C.A., Gil Ramírez, L.A., Bardales Vásquez, C.B., Cabos Sánchez, J. (2019). Producción de Pleurotus ostreatus (Pleurotaceae) ICFC 153/99 cultivado sobre diferentes residuos lignocelulósicos. Arnalda, 26(3), 1177-1184.
- [4] Garzón Gómez, J.P.; Cuervo Andrade J.L. (2008). Producción de Pleurotus ostreatus sobre residuos sólidos lignocelulósicos de diferente procedencia. NOVA – Publicación Científica en Ciencias Biomédicas; 6:101-236.

INCIDENCIA DE LA CONTAMINACIÓN POR *BACILLUS CEREUS*, EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE FABRICACIÓN DE HARINAS DE ARROZ (*Oryza sativa*) Y TRIGO (*Triticum spp*) A NIVEL GLOBAL.

INCIDENCE OF CONTAMINATION BY *BACILLUS CEREUS*, IN THE INDUSTRIAL PROCESSES OF MANUFACTURING RICE FLOUR (*Oryza sativa*) AND WHEAT (*Triticum spp*) AT A GLOBAL LEVEL.

Ríos Robayo, Wilson Ricardo^{1*}, Marín Idárraga, Diego Alberto², Méndez González, Alejandro³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9^a 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia.

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9^a 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia.

³Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 34 No. 9^a 26 Barrio San Simón Parte Baja, Ibagué, Colombia.

*diego.marin@unad.edu.co

Resumen - Las esporas de *Bacillus cereus* generan preocupación en el sector agroalimentario debido a su alta resistencia dentro del procesamiento industrial y a su capacidad para sobrevivir en condiciones propias de los procesos productivos. El estudio monográfico tuvo como objetivo central realizar una revisión bibliográfica sistemática, sobre aspectos de su biología, taxonomía, los alimentos que contamina y metodologías para detectar, prevenir y controlar este microorganismo, aunado a ello, su incidencia en los procesos de fabricación de harinas de trigo y arroz. A su vez, se identifican y relational los métodos utilizados para detectar y cuantificar *Bacillus cereus* y enterotoxinas, así como cereulidas que fueron compiladas junto con información relevante para poder dilucidar los mecanismos de inactivación de las

esporas bajo ultrasonido, combinado con tratamientos térmicos (termosonicación, TS), con tratamientos de presión (manosonicación, MS), y con tratamientos térmicos y de presión (manotermosonicación, MTS).

El proyecto monográfico se desarrolló bajo una metodología de investigación cualitativa de tipo hermenéutico, llevándose a cabo una revisión rigurosa, sistemática y exhaustiva a través de fichas de resumen analítico especializado, en masas y volúmenes documentales de alrededor de 500 autores que en los últimos 30 años han investigado acerca de las diferentes técnicas, en especial, las técnicas moleculares basadas en la reacción en cadena de la polimerasa o PCR, que tienen como ventaja, una mayor rapidez y seguridad en la identificación del microorganismo, e incluso permiten su cuantificación mediante PCR a tiempo real (Q-PCR), sin embargo a pesar de que existen muchos estudios recientes sobre nuevas alternativas de detección de patógenos transmitidos por alimentos, no se ha podido dejar atrás aquellas que representan sobresfuerzo y sobrecosto, como lo es el caso del precultivo. Por esa razón se debe aumentar los esfuerzos e investigar más a fondo, todas estas nuevas herramientas que ofrece la ciencia y la biotecnología, que permitan a las organizaciones agroindustriales, ser más competitivas y tener un mayor grado de autocontrol frente a la contaminación por bacterias altamente tóxicas y termoestables.

Palabras clave— Cereulida, control microbiológico, Enterotoxina, patógeno, PCR, superficies hidrófobas, técnicas moleculares.

Abstract - *Bacillus cereus* spores are of concern in the agri-food sector due to their high resistance to industrial processing and their ability to survive in conditions typical of production processes. The main objective of the monographic study was to carry out a systematic bibliographical review, on aspects of its biology, taxonomy, the foods it contaminates and methodologies to detect, prevent and control this microorganism, in addition to its incidence in the manufacturing processes of flours of wheat and rice. At the same time, the methods used to detect and quantify *Bacillus cereus* and enterotoxins are identified and related, as well as cerulides that were compiled together with relevant information to be able to elucidate the mechanisms of inactivation of spores under ultrasound, combined with thermal treatments (thermosonication, TS), with pressure treatments (manosonication, MS), and with thermal and pressure treatments (manothermosonication, MTS).

The monographic project was developed under a hermeneutic-type qualitative research methodology, carrying out a rigorous, systematic and exhaustive review through specialized analytical summary sheets, in masses and documentary volumes of around 500 authors who in the last 30 years have investigated the different techniques, especially molecular techniques based on the polymerase chain reaction or PCR, which have the advantage of greater speed and safety in the identification of the microorganism, and even allow their quantification by means of PCR at real-time (Q-PCR), however, despite the fact that there are many recent studies on new alternatives for the detection of foodborne pathogens, it has not been possible to leave behind those that represent extra effort and extra cost, as is the case with preculture. For this reason, efforts must be increased and further research must be carried out, all these new tools offered by science and biotechnology, which allow agro-industrial organizations to be more competitive and have a greater degree of self-control against contamination by highly toxic bacteria. toxic and heat stable

Keywords— Cereulide, microbiological control, Enterotoxin, pathogen, PCR, hydrophobic surfaces, molecular techniques.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En los sistemas productivos de la industria arrocera, en los diferentes equipos y maquinaria utilizada en la capacidad instalada como también en la línea de procesos de cereales, pueden aparecer repentinamente el *Bacillus cereus*, presente ampliamente en el ambiente. Las especies de *Bacillus* son formadores de esporas Grampositivas frecuentemente encontradas en el suelo. Se detectan con frecuencia en materias primas agrícolas y también en los procesos productivos de la industria alimentaria. La aparición de dichas bacterias ha sido de particular interés en harinas y productos de panadería, puesto que poseen propiedades lipofílicas y forman endoesporas resistentes al calor, [1]. *Bacillus cereus* se relaciona con dos tipos diferentes de intoxicación alimentaria: el emético y el síndrome diarreico [58]. El síndrome emético es una intoxicación causada por ingerir una sustancia termoestable llamada Cereulida de toxina emética, que puede generar complicaciones de salud en los humanos [22]. Ahora bien, la intoxicación de tipo diarreico es una infección causada principalmente por enterotoxinas Nhe (enterotoxina no hemolítica), Hbl (hemolisina BL) y CytK (citotoxina K) formada dentro del intestino humano al ingerir células vegetativas o esporas de *Bacillus cereus* [13], siendo este patógeno causante de toxiinfecciones que generan deshidratación en el ser humano, pudiendo ser grave en personas inmunodeprimidas o población en riesgo y/o vulnerable.

Generalmente la detección y cuantificación de este patógeno de alimentos se realiza por técnicas convencionales de precultivo y cultivo, dichas técnicas consumen gran cantidad de tiempo y, en ocasiones, llevan a identificaciones erróneas por efecto de un mal procedimiento. La investigación monográfica permitió desarrollar diferentes métodos para la detección y control, basados en la técnica de la PCR muy usada hoy día por ejemplo en el marco de la Pandemia por SARS-COV-II o COVID-19, además se plantean alternativas innovadoras que van de la mano con los avances

de la biotecnología, llevadas a cabo por estudios científicos recientes referentes en este tema.

Ahora bien, La harina es un producto muy importante en la industria alimentaria por ejemplo para el año 2022, en el marco de la guerra entre Rusia y Ucrania, el mundo ha visto como las reservas mundiales de trigo han disminuido generando una posible crisis de hambruna e inseguridad alimentaria y nutricional. A nivel mundial en los últimos años se había estado experimentando un aumento significativo en la industria global de las harinas, tanto en capacidad de producción, como en el aumento de la demanda, convirtiéndose en un producto necesario para la elaboración de alimentos, pero actualmente por la crisis económica derivada de la guerra en Ucrania, se ha puesto en vilo la despensa dentro del mercado internacional. La valoración agregada y ultimada en el uso de esta materia prima en diversos procesos productivos hace que la calidad y excelencia sea un factor primordial en la cadena productiva tanto a nivel nacional como a nivel global. Este proyecto se centró en uno de los problemas más sensibles, y que se presenta al interior de las empresas molineras, es la contaminación biológica por *Bacillus Cereus*, [56] afirman estos autores que “esta es una bacteria genéticamente diversa que se encuentra en el ambiente y contamina los alimentos, afectando la salud humana al ingerir el microorganismo” (p.230). Posee la habilidad de sobrevivir en diferentes ambientes y en condiciones de estrés, lo que hace muy difícil para la industria molinera, exceptuarla de sus alimentos [1]. Pudiendo afectar significativamente la rentabilidad del agronegocio por perdidas de producto y por consiguiente una menor capacidad de respuesta ante el creciente consumo de alimentos a bases de estas harinas descritas.

La alteración puede ocurrir rápidamente, si la calidad del agua y la limpieza de los utensilios empleados en la reconstitución, no son los adecuados o están inocuos, aunque la cantidad puede controlarse y reducirse en cierta medida, su eliminación total resulta casi imposible [58].

Entre los alimentos más susceptibles de ser contaminados, se encuentra las harinas, las carnes, leches, quesos y verduras [56]. Los procesos de elaboración de harinas son muy susceptibles a esta contaminación, ya que esta es una bacteria ubicua, encontrándose en suelo, polvo, agua, ambiente y es de fácil propagación [20], provocando una perdida que afecta diferentes escenarios del mercado.

Dentro de principales factores que fueron identificados y documentados, que contribuyen a la contaminación son; temperatura de cocción inadecuada, equipos contaminados y condiciones higiénicas deficientes, en lugares de procesamiento de alimentos [8]. Las esporas producidas resisten altas temperaturas y condiciones ambientales extremas como; congelación, calentamiento, secado y radiación [4] y [5]. Ello genera un impacto aún mayor al momento de su rápida propagación.

Este microorganismo puede adherirse a superficies (especialmente las superficies hidrófobas), [17], [18] y [19].), incluido el acero inoxidable, que es un material ampliamente utilizado en las plantas de alimentos, lo que facilita más su permanencia. [40] y [41]. Todos los alimentos, ingredientes o materias primas que puedan estar contaminados con esta bacteria, presentan una dosis infectiva de alrededor de aproximadamente 105 UFC/g (OPS/OMS, 2016). Un alimento que contenga más de 104 UFC/g de *B. cereus* no es apto para su consumo (Alimentaria AS, 2010). Los contaminantes existentes no cambian de aspecto ni características de los alimentos, es por esto por lo que en ocasiones pasa inadvertida, en este punto es crítico poder establecer mecanismos que permitan su plena identificación dentro de procesos de prevención de enfermedades transmitidas por alimentos en humanos.

La cereulida, producida por *Bacillus cereus*, es una pequeña toxinadepsipéptida altamente resistente, a la cual se enfrenta la industria alimentaria. Este patógeno puede ingresar a las áreas de producción en cualquier etapa de la cadena productiva. [42], [43] y [44]. Como

síntesis de esta problemática surge este interrogante; ¿Cuál es la incidencia de la contaminación por *Bacillus Cereus*, en los procesos industriales de fabricación de harinas de trigo (*Triticum spp*) y arroz (*oryza sativa*), a nivel global?

Inocuidad en la industria alimentaria

Uno de los principales retos para las empresas productoras de alimentos es garantizar la inocuidad de sus productos, de tal manera que no se excedan los niveles establecidos de microorganismos patógenos y que no se afecte la salud de los consumidores [45] y [46]. La detección de este microorganismo es de carácter obligatorio en alimentos pulverizados, ya que causa intoxicaciones alimentarias. Es necesario contar con herramientas adecuadas de detección y rápido diagnóstico. Gracias a estudios científicos de los últimos años en materia de biología molecular, la PCR múltiple es una alternativa específica, rápida y segura la detección [56] y [57].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de plantear un tema en general demasiado amplio, en este caso la contaminación biológica de los alimentos, se quiso elegir un subtema del cual surgen muchos interrogantes y que además conlleva a una problemática muy sensible que causa afectación directamente en los procesos de alimentos. A pesar de que existen muchos antecedentes y varios estudios científicos sobre este tema, hace falta obtener enfoques más recientes y profundos sobre dicho tema, que conlleve a tener una visión más amplia de cómo contrarrestar sus efectos.

Hallazgos detectados en la harina

Bacillus Cereus es un microorganismo resistente a los procesos de cocción o pasteurización de los alimentos, generalmente se encuentra en el ambiente y contamina fácilmente los alimentos por malas prácticas de manufactura, lo cual puede propiciar su proliferación y desencadenar

enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) al hombre [11], [48], [49], [50] y [51].

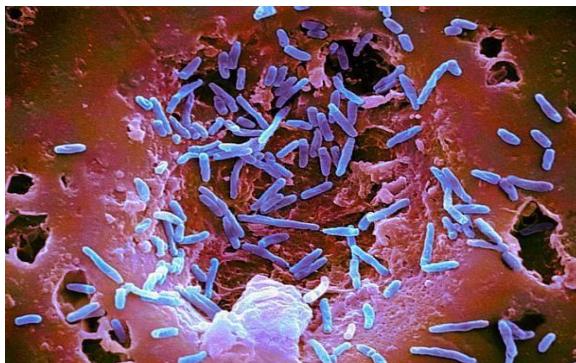


Figura 1. Morfología *Bacillus Cereus*.
(Fotografía) Alamy.es

Forma esporas resistentes a altas temperaturas, deshidratación y radiación, y produce toxinas que contaminan gran variedad de alimentos [32] y [33]. Tiene la habilidad de crecer en un amplio rango de temperaturas, desde los 4 °C a 48 °C, a PH de 4,9 a 9,3 y soporta concentraciones de NaCl hasta del 7 % [19] y [15]. Las esporas resisten bajas condiciones de humedad y a tratamientos térmicos [38], [39] y [40].

Según la cepa a la cual pertenece, presenta diferentes grados de toxicidad [50], [52] y [53]. Los alimentos más susceptibles de ser contaminados son, harinas, leches, verduras, carnes, pescados, arroz y sus derivados [30], [31] y [32]. Se ha comprobado que los alimentos con alto contenido de almidón son más vulnerables, debido a que esta bacteria produce enzimas de tipo amilasas, que le permite hidrolizar dicho

carbohidrato y utilizarlo como fuente para su crecimiento [38] y [39].



Figura 2. Morfología *Bacillus Cereus*.
(Fotografía) Alamy.es

Tabla 1. Los siete grupos genéticos de *Bacillus cereus* y sus principales características.

Gr up o	Especies incluidas	Asocia do a intoxic aciones aliment arias	Tempe ratura	Resist encia de las espora s	Observa ciones
I	<i>B. pseudomycoides</i>	NO	10-40°	Desconocida	Mesófila
II	<i>B. Cereus</i> <i>II B</i> <i>Thuringiensis</i>	SI	7-40°	Media na	Muchas cepas son
					Psicrotolerantes
III	Cepas eméticas <i>De</i> <i>Bacillus.</i> <i>Cereus III</i> <i>B</i> <i>Thuringiensis III B</i> <i>anthracis</i>	SI	15-45°	Alta	Mesofila
IV	<i>Bacillus</i> <i>Cereus IV</i> <i>B</i> <i>Thuringiensis IV</i>	SI	10-45°	Media na	Mesofila
V	<i>Bacillus</i> <i>cereus V,B</i>	SI	8-40°	Media na	Mesofila

Thuringie
nsis V

VI	<i>B. weihenstephanensis</i>	NO	5-37°	Baja	Todas las Cepas
	<i>B. mycoides</i>				Son psicrotolerantes
VII	<i>B. cytotoxicus</i>	SI	20-50°	Alta	Termotolerantes

Fuente: [34], [38] y [39].

Crecimiento y Supervivencia

La temperatura óptima de crecimiento de *Bacillus cereus* es de 30 a 40°C, algunas cepas pueden crecer a temperaturas de 55°C. El rango para producción de la toxina va de 15 a 40°C [50], [52] y [53], dado que las cepas productoras no germinan a temperaturas menores a 15°C [27], [28] y [29]. El rango de pH para el crecimiento es de 4,5 a 9,5 con un pH óptimo de 6 a 7 [27]. Es más resistente a condiciones de estrés como pH ácido y sales biliares [45] y [47]. Requiere de oxígeno para la producción de la toxina emética, seguridad alimentaria de Nueva Zelanda [27], crece en condiciones de aerobiosis. En ausencia de oxígeno y en condiciones de microaerofilia el porcentaje de crecimiento se ve reducido [45].

Sobrevive principalmente en alimentos secos, las cepas más termoresistentes se encuentran en procesos industriales donde se utilizan procesos térmicos (deshidratación y pasteurización) y las cepas psicrotróficas en ambientes fríos. Estudios realizados en cultivos de arroz, identificaron una prevalencia de 9.52%, la cual varía cada etapa del cultivo, la mayor presencia se evidencia en la cosecha [29]. Como se muestra en la figura 3, se han encontrado cepas psicrófilas en suelos polares

y cepas termófilas en climas tropicales [59], [61] y [62].

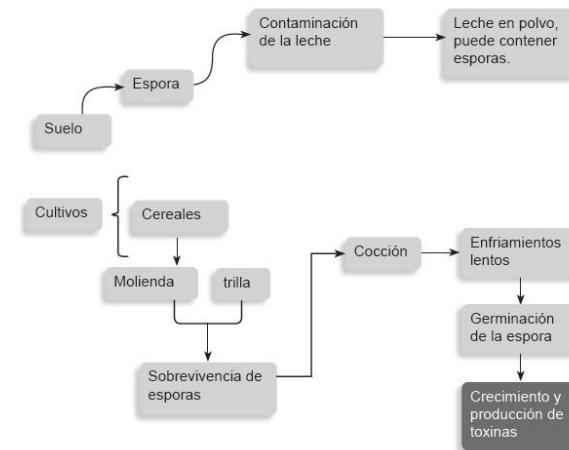


Figura 3. Ecología de *Bacillus cereus*

Fuente: INSA, 2011.

Formación de la Espora

La espora es una forma dormante de las bacterias derivada de la forma vegetativa. Se forman cuando las condiciones de crecimiento le favorecen y por restricciones en los nutrientes, para su germinación se necesita la presencia de L-alanina, la cual es afectada por cambios en la temperatura en los equipos utilizados [14], [16] y [17], que pueden adherirse fácilmente a las superficies [1], [2] y [3].

Toxinas

La más conocida es la toxina emética cereulida, (Figura 4), la cual produce enterotoxinas como; la hemolisina (HBL), la enterotoxina no hemolítica (NHE) y la citotoxina K (CytK) ([53], [54] y [55]). La detección y cuantificación de cereulida, se vio obstaculizada en el pasado por la falta de métodos adecuados. El método ISO (EN-ISO, 18465), que se basa en un isótopo estable el ensayo de dilución (espectrometría de masas con SIDA) [6], [7] y [9], permite la cuantificación precisa de cereulida en los alimentos [10].

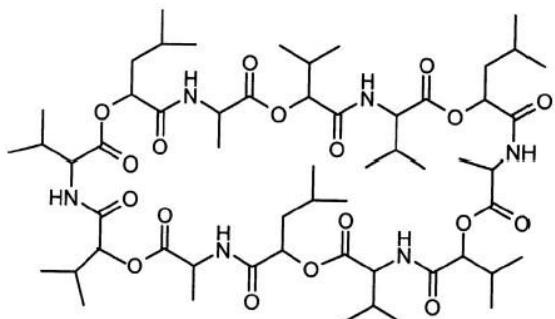


Figura 4. Estructura química de la cereulida.

La cereulida, que consiste en un patrón repetido de tres unidades de tetrapéptidos.
Fuente: [1].

Toxinas Diarreicas. (Hemolisina o Toxina HBL)

A continuación, en la tabla 2 se observan las características genéticas de las toxinas diarreicas.

Tabla 2. Características genéticas de las toxinas diarreicas.

Nombre de la toxina	
Hemolisina (HBL)	Genes/proteínas hb/C/L2 hbD/L1 hbIA/B
	Toxina formada por tres proteínas, organizadas en un operon
Enterotoxina no hemolítica	Genes/proteínas nheA/A nheB/B nheC/C
	Toxina formada por tres proteínas,

Citotoxina K (Cyt K) Gen/proteína cytk/CytK

Una única proteína

Fuente: [20].

Tabla 3. Casos de presencia de *Bacillus cereus* en arroz reportados internacionalmente, producto de la bibliometría

PAÍS	AÑO	TIPO DE ARROZ	PREVALENCIA	OTROS DATOS DE INTERES
Argentina	2010	Arroz	100%	Concentración
	0	Crudo		Varían entre 2-7 UI/g
España	2002	Arroz con o sin cascarilla	100%	Las cepas aisladas produjeron toxina diarreica
Estados Unidos	1981	Arroz trillado	100-%	Concentraciones entre 1-2 UL
Holanda	1998	Arroz crudo	40-100%	Concentraciones entre 2-4 UL
Hong Kong	199	Arroz	68,9%	Concentración
	5	crudo		Varían entre 5*10^2-2*10 UFC/g
Korea	2009	Arroz integral	37%	Las cepas dieron positivo para los genes de la toxina

Fuente: Se presentan datos de diferentes estudios realizados en arroz. [25], [45] y [46].

***Bacillus cereus* en harina de Trigo (*Triticum spp*).**

[21] realizó una investigación referente a la calidad microbiológica del grano y la harina de trigo en Queensland, Australia, con el fin de evaluar criterios microbiológicos. Trecientos cincuenta muestras de harina fueron analizadas para *B. cereus*, 300 para *Escherichia coli*, 150 para salmonella, 100 para aeróbicos y 50 muestras de granos para detectar *Bacillus cereus*, salmonella, *E. coli*, moho y levadura. Las prevalencias de levadura, moho, *E. coli* y *B. cereus* fueron 56, 40, 2.0 y 4.0% para granos, 71, 17, 0,7 y 0,3% para la harina. Cifras interesantes, que ayudan a evaluar la capacidad de cumplimiento de estándares microbiológicos y además tener una visión clara del grado de seguridad y calidad microbiológica de este producto.

Dicha bacteria, formadora de esporas de intoxicación alimentaria, es omnipresente por naturaleza y su nicho ecológico principal es el suelo, debido a esto las esporas se introducen en el trigo y otros cereales y su alta resistencia a procesos de calentamiento, secado, desinfección e irradiación, contribuyen a la supervivencia y resistencia durante toda la cadena alimentaria. *Bacillus cereus* no se aisló en cualquiera de las 300 muestras de harina, pero si en 2 de 50 muestras de granos de trigo, a una media de 2.1 log UFC / g. Lo que se pudo evidenciar es que la presencia de este microrganismo es más alta en el trigo, que, en la harina como tal, [21].

La harina de trigo es uno de los cereales más consumidos en Lesotho. Otro estudio realizado en Roma se llevó a cabo para investigar la calidad fisicoquímica y microbiológica de tortas, trigo blanco, trigo integral y harina de trigo, producidas por una empresa de molienda en Maseru, Lesotho. En total se recolectaron 90 muestras de las cuales se realizó un análisis fisicoquímico y un recuento en placa de coliformes totales, *Bacillus cereus*, *Salmonella spp*, *E. coli*, levaduras y mohos.

En una evaluación más cualitativa, se identificaron en las harinas microbios de los géneros *Escherichia*, *Salmonella*, *Bacillus*,

Aspergillus y *Penicillium*. Los patógenos (*Bacillus cereus* y *Salmonella spp*) y los organismos (coliformes y *E. coli*) estaban por encima de los límites recomendados por el Programa Mundial de Alimentos (PMA). Gracias a esto se vio la necesidad de implantar procesos estrictos de limpieza y saneamiento en dichas empresas para la seguridad del consumidor y la protección de la salud pública, [48]. El contenido de humedad de la harina oscila entre el 11 y el 14%, pero el límite estipulado es del 15%, por encima del límite, la harina es susceptible al ataque microbiano. En consecuencia, las condiciones de almacenamiento después de la molienda y el envasado son muy importantes para la calidad de la harina, ya que afectan la vida útil y la seguridad de la harina, [48].

La calidad del cereal y las buenas prácticas poscosecha, son aspectos relevantes para garantizar la calidad del producto, la contaminación puede presentarse durante el crecimiento del cultivo, pre-cosecha, post-cosecha, secado, transporte y almacenamiento, por lo tanto, afecta negativamente el rendimiento, la calidad y el valor nutricional de la harina producida, [48]. Los informes mostraron que los hongos productores de micotoxinas (*Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Fusarium spp*) y las bacterias patógenas (*Salmonella spp*, *Bacillus cereus*) pueden contaminar la harina de trigo y arroz, incluidos sus productos, y los niveles de contaminación están influenciados por las condiciones climáticas durante la maduración y recolección de los cereales. Los datos sobre la presencia de *Bacillus cereus* en la harina son extremadamente limitados. Un estudio de la microbiología de la molienda de trigo y harina en Australia demostró que el 81% de las muestras de trigo entrantes y El 93% de las muestras de harina dieron positivo a *Bacillus cereus* [48].

Otro estudio australiano que investiga la calidad de grano de trigo y harina de trigo procedente de dos molinos encontraron *Bacillus cereus* en el 4% de las muestras de granos, pero en ninguna de las 300 analizadas muestras de harina. Como la técnica utilizada tenía un límite de detección de 2.0 log UFC / g las muestras de grano exhibieron una media 2.1 log UFC / g, es concebible que

múltiples casos de la contaminación del grano y la harina con *B. cereus* puede haber desaparecido sin ser detectado. En el estudio de (Kindle et al., 2019), la ocurrencia de *Bacillus cereus* sensu lato fue muy común, con 75 de 89 productos (84%) dando un resultado positivo de la prueba. El porcentaje de muestras positivas fue en gran parte similar entre las diferentes categorías de productos, que van desde el 75% al 90% en todas las categorías de productos, en las que cinco o más productos estaban disponibles para la prueba. Esto incluía harina de trigo, castaño, escanda, avena y alforfón, como se muestra en la (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen de las categorías de productos y los resultados del cribado para *Bacillus Cereus*.

Producto/ Categoría	N/Pro bado	Positivo para <i>B. Cereus</i>	Porcentaje de muestras positivas por categoría
Trigo	41	37	90%
Castaño	2	2	100%
Escanda	12	9	75%
Avena	5	4	80%
Alforfón	1	1	100%

Fuente: [51].

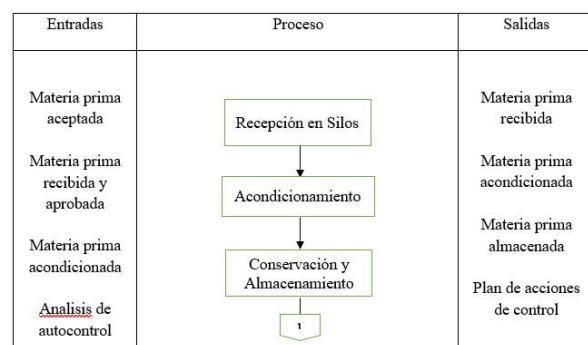
Proceso de fabricación de harina de arroz (*oryza sativa*) y trigo (*Triticum spp*).

Con el fin de comprender la incidencia de la contaminación por *Bacillus Cereus* en las etapas productivas de fabricación de harinas, se lleva a cabo una descripción clara de cada uno de los procesos inmersos en la elaboración de dicho producto. Esto con el fin de identificar la vulnerabilidad en cuanto a contaminación

microbiana se refiere, en cada una de las fases del proceso.

Descripción del Proceso de fabricación de harina de arroz (*oryza sativa*) y trigo (*Triticum spp*).

El propósito es la elaboración de harinas siguiendo cada una de las etapas del proceso productivo, cumpliendo con las especificaciones de calidad, mediante el uso racional de los recursos, con la finalidad de cumplir con planes de producción y asegurando la satisfacción del cliente. El alcance del proceso productivo da harinas comprende desde la recepción, acondicionamiento, almacenamiento, conservación y transferencia física de la materia prima al proceso de limpieza, hasta la entrega del producto terminado al almacén. En la figura 4 se podrá visualizar cada una de las fases del proceso, mediante un diagrama de flujo.



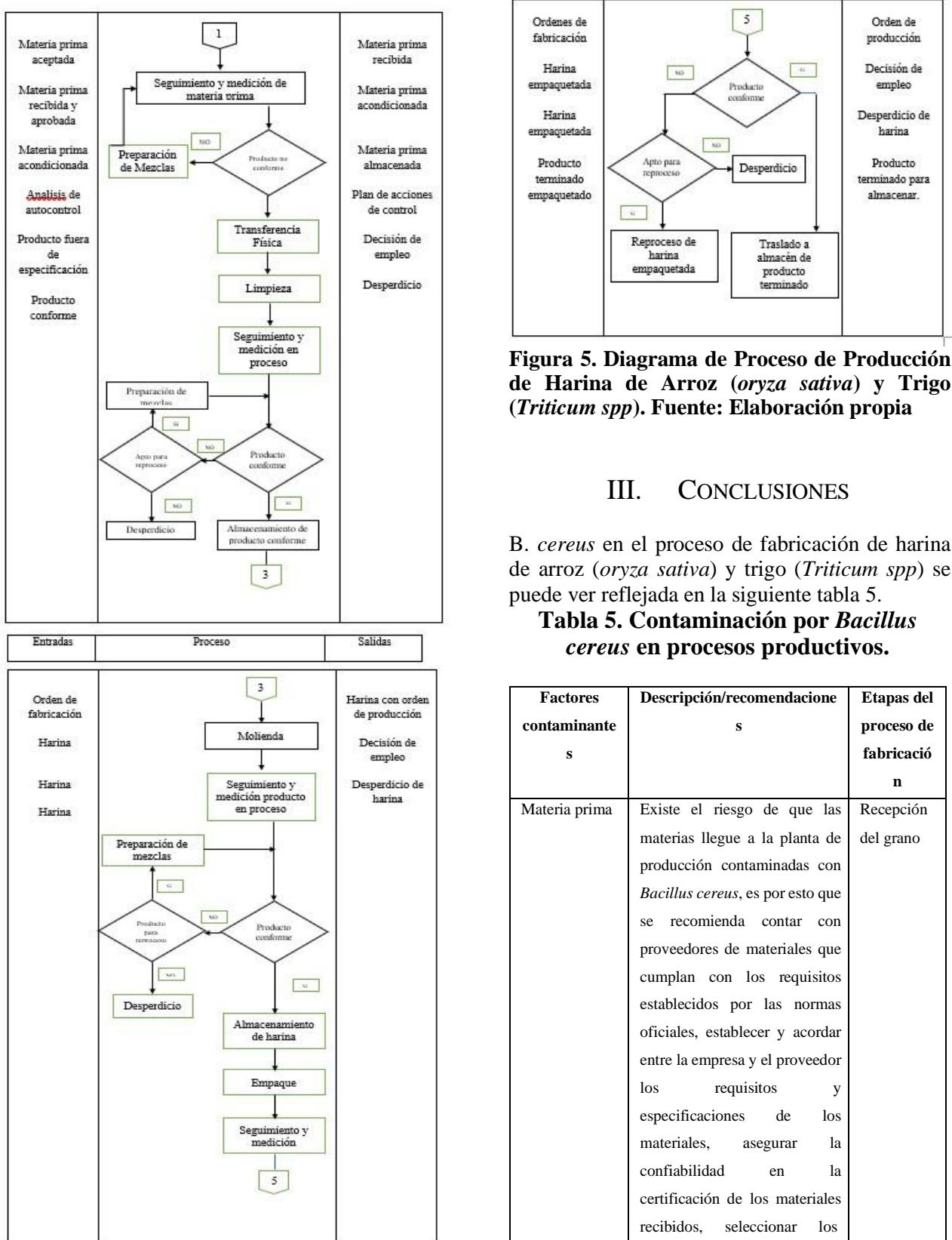


Figura 5. Diagrama de Proceso de Producción de Harina de Arroz (*oryza sativa*) y Trigo (*Triticum spp*). Fuente: Elaboración propia

III. CONCLUSIONES

B. cereus en el proceso de fabricación de harina de arroz (*oryza sativa*) y trigo (*Triticum spp*) se puede ver reflejada en la siguiente tabla 5.

Tabla 5. Contaminación por *Bacillus cereus* en procesos productivos.

Factores contaminante s	Descripción/recomendacione s	Etapas del proceso de fabricació n
Materia prima	Existe el riesgo de que las materias llegue a la planta de producción contaminadas con <i>Bacillus cereus</i> , es por esto que se recomienda contar con proveedores de materiales que cumplan con los requisitos establecidos por las normas oficiales, establecer y acordar entre la empresa y el proveedor los requisitos y especificaciones de los materiales, asegurar la confiabilidad en la certificación de los materiales recibidos, seleccionar los	Recepción del grano

	proveedores que cumplan con los requisitos necesarios para garantizar la inocuidad de los materiales, evaluar los proveedores y realizar seguimiento al cierre de brechas y emitir acciones correctivas ante auditorías o quejas y reclamos.				construcción, además de la separación de las áreas críticas de las no críticas y el adecuado diseño, construcción y mantenimiento de puertas, pisos, techos, ventanas, drenajes, instalaciones sanitarias, ventilación, iluminación, abastecimiento de agua, etc., de las edificaciones del establecimiento.	
Instalaciones	El estado de las edificaciones e instalaciones puede favorecer el crecimiento <i>Bacillus cereus</i> , se sabe que esta bacteria se encuentra en el medio ambiente y suele reproducirse en zonas donde haya presencia de polvo y suciedad, de igual manera depósitos de agua, pisos, drenajes y cuartos fríos favorece la sobrevivencia. Las zonas con alto contenido de humedad favorecen la formación de biopelículas. Se debe evitar el uso de difusores de aire que puedan presentar acumulación de agua. El uso de materiales porosos favorece la persistencia de <i>Bacillus Cereus</i> en las plantas, los filtros y líneas de conducción son puntos de contaminación. Debido a esto se debe asegurar el diseño, construcción y mantenimiento sanitario de las instalaciones donde se elaboran, almacenan y despachan materias primas, material de empaque y productos terminados para consumo humano y así evitar una posible contaminación cruzada, la correcta ubicación geográfica, diseño y	Todas las etapas del proceso	Equipos y utensilios	Se debe enfocar en el diseño y ubicación de los equipos, de manera que faciliten las buenas prácticas de higiene, monitoreo, producción y almacenamiento inocuo de los materiales y productos, aunado a ello la instalación y uso de los equipos estén acorde al tipo de procesos de manera que se resguarde la inocuidad de los materiales y productos, se respete la secuencia lógica de los flujos del proceso, desde la recepción de la materia prima, empaques y otros insumos hasta la entrega a los centros de producción, almacenamiento y transporte y que los equipos para las operaciones críticas estén dotados de los instrumentos y accesorios para la medición de las variables como por ejemplo: temperaturas, humedad relativa, etc.	Todas las etapas del proceso	
			Personal		Las personas que intervienen en el proceso pueden convertirse en fuente de contaminación directa e indirecta. Debido a esto se debe garantizar los estándares establecidos en las prácticas	Todas las etapas del proceso.

	higiénicas por parte del personal de las plantas, almacenes, agencias, visitantes y contratistas con el propósito de evitar una fuente de contaminación para las materias primas, empaques, productos en proceso y terminados.		
--	--	--	--

Fuente: Factores de riesgo de contaminación por *Bacillus cereus* en procesos productivos de fabricación de harina de trigo y arroz.
Adaptado de: [38] y [39].

La problemática expuesta producto de la revisión sistemática es muy clara en cuanto a salud pública se refiere, sin embargo, no se cuenta con suficiente información pública tanto cualitativa y cuantitativa, de la afectación que genera a los procesos productivos en la industria alimentaria, de ahí la importancia de investigar más a fondo al interior de las líneas de producción y poder dilucidar el verdadero impacto que trae consigo la contaminación microbiológica en los productos alimenticios en proceso.

Cuando los porcentajes de contaminación por *Bacillus Cereus* en las líneas de producción, sobrepasa los límites establecidos en la normatividad, se debe recurrir a paradas de proceso no programadas, dicho microrganismo se ha vuelto capaz de crear una alta resistencia a condiciones ambientales y a técnicas físico-químicas de limpieza, ocasionando incumplimiento en los planes de producción, paradas largas en los procesos, extensas jornadas de limpieza y grandes cantidades de producto rechazadas por microbiología fuera de especificación. En consecuencia, se ha creado la necesidad de indagar en nuevas estrategias para contrarrestar esta contaminación patogénica.

En la actualidad el principal objetivo de las empresas productoras de alimentos es simplificar aquellas técnicas de detección de este microrganismo, así mismo disminuir los tiempos de detección y disminuir los elevados costos a los cuales tiene que incurrir. La ciencia y la biotecnología han desarrollado nuevas alternativas de detección y cuantificación, fundamentadas en las técnicas convencionales, con el objetivo de eliminar dichas barreras y por consiguiente brindar nuevas herramientas para el control y prevención de dicha problemática.

Durante las últimas décadas, se han desarrollado varios métodos para la detección de patógenos transmitidos por los alimentos. Los métodos basados en cultivo, incluido el cultivo selectivo, la identificación bioquímica catiónico y serológico se conocen como los métodos estándar de oro para la detección sensible y precisa de bacterias. Sin embargo, requiere mucho tiempo y trabajo. Ensayos de ácido nucleico basados en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) que se basan principalmente en el amplificación de especies, fragmento de ácido nucleico dentro de un organismo objetivo, son lo suficientemente sensibles como para detectar bacterias incluso en niveles únicos, por ende, están involucrados el pretratamiento y el aislamiento del ADN de muestras complicadas, y posiblemente los resultados positivos se originaron en casos no específicos y la amplificación del catión no se puede evitar.

Ensayos basados en inmunología, que emplean la interacción entre el anticuerpo y el antígeno en la superficie de las bacterias diana, son rápidas y altamente específicas, pero ellos sufren de baja sensibilidad, alto costo y manipulaciones tediosas. Para lograr una detección simple y automática de bacterias, se han desarrollado kits comerciales de prueba rápida, incluido el sistema API para la caracterización bioquímica de

bacterias, el sistema BAX basado en PCR e inmunoenzimático VIDAS.

Excepto el sistema API, los otros dos sistemas pueden proporcionar resultados en 24 h, sin embargo, requieren tediosos y costosos instrumentos, que apenas se aplican en prueba de campo y áreas menos desarrolladas. Por lo tanto, para lograr la detección rápida, simple y sensible de bacterias, se necesitan pruebas de campo, mayor desarrollo y adaptación del método de detección, la detección rápida de contaminantes alimentarios en una etapa temprana es fundamental para la optimización de los procesos para la industria harinera.

El desarrollo y la optimización de alternativas novedosas para el seguimiento, caracterización y enumeración de patógenos en alimentos es uno de los aspectos clave en la microbiología de alimentos, y se vuelve cada vez más importante para la agricultura, la industria alimentaria y los consumidores.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por brindar las condiciones y herramientas para poder llevar a cabo este trabajo, al semillero de Investigación SEPRON-BIOTECAL y al Grupo de Investigación GIEPRONAL ya que, gracias a su talento humano, gran conocimiento y experticia se logró adquirir habilidades que contribuyeron a cumplimiento de los objetivos propuestos y obtener el título como especialista en procesos de alimentos y biomateriales.

Este trabajo monográfico también está dedicado en primer lugar a Dios, a la familia de los autores por ser ejemplos de vida, de igual manera a seres queridos e hijos ya que son el motor de vida, gracias a la decanatura en representación del Ing. Claudio Camilo González Clavijo, a la Dra. Gloria Isabel Vargas Hurtado, Directora UNAD

Zona Sur y la Ing. Clara Isabel Sánchez Bernal, Líder nacional cadena formación en alimentos, por las orientaciones recibidas y por su liderazgo transformacional en la escuela de ciencias básicas, tecnologías e ingenierías ECBTI – UNAD.

REFERENCIAS

- [1] Anderson, A., Rönnér U., & Granum P. (1995). What problems does the food industry have with the sporeforming pathogens *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* International Journal of Food Microbiology. (28), 145-55.
- [2] Andersson, M.A., Hakulinen, P., Honkalampi-Hämäläinen, U., Hoornstra, D., Lhuguenot, J.-C., Mäki-Paakkonen, J., Savolainen, M., Severin, I., Stammati, A.L., Turco, L., Weber, A., von Wright, A., Zucco, F., & Salkinoja-Salonen, M. (2007). Toxicological profile of cereulide, the *Bacillus cereus* emetic toxin, in functional assays with human, animal and bacterial cells. Toxicon (49), 351–367. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2006.10.006>.
- [3] Apetroaie-Constantin, C., Shaheen, R., Andrup, L., Smidt, L., Rita, H., & Salkinoja-Salonen, M. (2008). Environment driven cereulide production by emetic strains of *Bacillus cereus*. Int. J. Food Microbiol. (127), 60–67. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.06.006>.
- [4] Barboza, Corona. (2010). Inocuidad y bioconservación de alimentos. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41613084005>
- [5] Batchoun, R., Al-Sha'er, & A.I., Khabour, O.F. (2011). Molecular characterization of *Bacillus cereus* toxigenic strains isolated from different food matrices in Jordan. Foodb. Pathog. Dis. (8), 1153–1158. <https://doi.org/10.1089/fpd.2011.0853>.
- [6] Bauer, T., Stark, T., Hofmann, T., & Ehling-Schulz, M. (2010). Development of a stable isotope dilution analysis (SIDA) for the quantification of the *Bacillus cereus* toxin cereulide in foods. J. Agric. Food Chem. (58), 1420–1428. <https://doi.org/10.1021/jf9033046>.
- [7] Betelgeux. (2013). Estrategias de control de *Listeria monocytogenes* persistente. Retrieved from http://www.betelgeux.es/images/files/Documentos/_Estrategias_de_control_de_Listeria_monocitogenes_persistente.pdf
- [8] Bhunia, A. (2008). *Bacillus cereus* and *Bacillus anthracis*. Foodborne Microbial Pathogens: Mechanisms and Pathogenesis. (pp. 135-48).
- [9] Bover-Cid, S., y Garriga, M. (2014). Investigación sobre las condiciones que determinan el crecimiento y la supervivencia de *Listeria monocytogenes* en alimentos listos

para el consumo. Retrieved from https://www.gencat.cat/salut/acsa/html/es/dir3122/informe_listeria_irta_2014_es.pdf

[10] Carolina, Palomino-Camargo. Yuniesky, González-Muñoz. (2014). Técnicas moleculares para la detección e identificación de patógenos en alimentos: ventajas y limitaciones. Rev Peru Med Exp Salud Pública. (31), 3. 535-46.

[11] Carlin, F., Fricker, M., Pielaat, A., Heisterkamp, S., Shaheen, R., Salonen, M.S., Svensson, B., Nguyen-The, C., & Ehling-Schulz, M. (2006). Emetic toxin-producing strains of *Bacillus cereus* show distinct characteristics within the *Bacillus cereus* group. Int. J. Food Microbiol. (109), 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.01.022>.

[12] Carlin, F., Brillard, J., Broussolle, V., Clavel, T., Duport, C., & Jobin, M. (2010). Adaptation of *Bacillus cereus*, and ubiquitous worldwide-distributed foodborne pathogen, to a changing environmental. Food Research International. (43), 1885-94.

[13] Ceuppens, S., Boon, N., Rajkovic, A., Heyndrickx, M., Van de Wiele, T., & Uyttendaele, M. (2010). Quantification methods for *Bacillus cereus* vegetative cells and spores in the gastrointestinal environment. J Microbiol Meth.83 (2), 202-10.

[14] Cernedor (Fotografía) <https://assetcdn.buhlergroup.com/image/874601345621/8e524ebfe29445e083af498e35ca3a31/-FPNG-C1024x1024%2C0%-S2046x2046-S800x800>.

[15] Choma, C., Guinebretiere, M., Carlin, F., Schmitt, P., Velge, P., & Granum, PE. (2000). Prevalence, characterization and growth of *Bacillus cereus* in commercial cooked chilled foods containing vegetables. J Appl Microbiol. 88(4), 617-25. Epub 2000/05/03.

[16] Ciclón (Fotografía) <https://solivir.es/servicios/diseno-y-produccion/ciclones/>.

[17] Collado, J. Fernandez, A. Rodrigo, & M. Martinez, A. (2006). Modelling the effect of a heat shock and germinant concentration on spore germination of a wild strain of *Bacillus cereus*. International Journal of food microbiology. (106), 85-9.

[18] Consumer Eroski. (2009). Del grano a la harina. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/del-grano-a-la-harina.html>

[19] De Vos, PG., Jones, D. Krieg, N. Ludwig, W. Rainey, F. Schleifer, K. Whitman, W. (2009). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Second ed. Athens, GA. Springer.

[20] EFSA BIOHAZ Panel, (2016). Risks for public health related to the presence of *Bacillus cereus* and other *Bacillus*

spp. including *Bacillus thuringiensis* in foodstuffs. EFSA J. 14, e04524. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4524>.

[21] Eglezos, Sofroni. (2010). Microbiological Quality of Wheat Grain and Flour from Two Mills in Queensland, Australia. Journal of food protection. (73), 1533-1536.

[22] Ehling-Schulz, M., Knutsson, R., & Scherer, S. (2011). *Bacillus cereus*. In: Kathariou, S., Fratamico, P., Liu, Y. (Eds.), Genomes of Food- and Water-Borne Pathogens. ASM Press, Washington D.C. (pp. 147–164).

[23] Ehling-Schulz, M., Frenzel, E., & Gohar, M. (2015). Food-bacteria interplay: pathometabolism of emetic *Bacillus cereus*. Front. Microbiol. (6), 704. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00704>.

[24] Ehling-Schulz, M., Lereclus, D., & Koehler, T.M. (2019). The *Bacillus cereus* group: *Bacillus* species with pathogenic potential. Microbiol. Spectr. 6 GPP3-0032-20181.

[25] Faille, C., Bénézech, T. Midelet-Bourdin, G. Lequette, Y. Clarisse, M. Ronse, G. Ronse, A. & Slomianny, C. (2014). Sporulation of *Bacillus* spp. within biofilms: A potential source of contamination in food processing environments, Food Microbiology, (40), 64-74. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002014000021>)

[26] Fernandez-No, IC., Guarddon, M. Böhme, K. Cepeda, A. Calo-Mata, P. & Barros-Velázquez, J. (2011). Detection and quantification of spoilage and pathogenic *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* by real-time PCR. Food Microbiol. 28(3), 605-10.

[27] Finlay, W., & Logan N. (2002). *Bacillus cereus* emetic toxin production in cooked rice. Food Microbiology. (19) 43.

[28] Frenzel, E., Letzel, T., Scherer, S., & Ehling-Schulz, M. (2011). Inhibition of cereulide toxin synthesis by emetic *Bacillus cereus* via long-chain polyphosphates. Appl. Environ. Microbiol. (77), 1475–1482. <https://doi.org/10.1128/AEM.02259-10>.

[29] Fritz, L., Berlitz, D., Mussoi, V., Machado, V., & Fiúza, L. (2010). Frequencia de *Bacillus* spp em solos e diferentes sistemas de cultivo de arroz irrigado em cachoerinha, RS. Bragantia.

[30] Fricker, M., Ågren, J., Segerman, B., Knutsson, R., & Ehling-Schulz, M. (2011). Evaluation of *Bacillus* strains as model systems for the work on *Bacillus anthracis* spores. Int. J. Food Microbiol. (145) 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.07.036>.

- [31] Gilbert, R., Stringer, M.F. (1974) the survival and growth of *Bacillus cereus* in boiled and fried in relation to outbreaks of food poisonig. *Journal of Hygiene.* (73), 433-44.
- [32] Gibbs, P. (2002). Characteristics of spore-forming bacteria. Clive de W. Blackburn and Peter J McClure, editor. *Foodborne pathogens: Hazards, risk analysis and control.* Boca Raton: CRC Press LLC and Woodhead Publishing Ltd.
- [33] Granum, P., & Lund, T. (1997). *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiology Lett.* 157(2), 223-8.
- [34] Guinebretière, M.H., & Nguyen-The, C. (2003). Sources of *Bacillus cereus* contamination in a pasteurized zucchini puree processing plant, differentiated by two PCR-basedmethods. *FEMS Microbiol. Ecol.* (43), 207–215. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2003.tb01060>.
- [35] Haque, A., & Russell, N. (2005). Phenotypic and genotypic characterization of *Bacillus cereus* isolates from Bangladeschi rice. *International Journal of Food Microbiology.* (98), 23.
- [36] Hernández, C., (2012). *Tecnología de cereales.* Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). (1). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- [37] [ICONTEC]. (2006). NTC: 4679. Método horizontal para el recuento de *Bacillus cereus* Técnica de recuento de colonias. Colombia.
- [38] Instituto Nacional de Salud [INS]. (2010). Boletín epidemiológico para protocolo de vigilancia y control de enfermedades transmitidas por alimentos. Grupo de vigilancia y control de factores de riesgo ambiental. (p. 10).
- [39] Instituto Nacional de Salud [INS]. (2011). Perfil de riesgo *Bacillus cereus* en alimentos listos para el consumo no industrializados. Unidad de evaluación de riesgos para la inocuidad de los alimentos.
- [40] Jaquette, C., & Beuchat, L. (1993). Survival and Growth of Psychrotrophic *Bacillus cereus* in Dry and Reconstituted Infant Rice Cereal. *Journal of food microbiology.*
- [41] Katia, Rouzeau-Szynalski. Katharina, Stollewerk. Ute, Messelhäuser & Monika Ehling-Schulz. (2020). Why be serious about emetic *Bacillus cereus*: Cereulide production and industrial challenges. *Food Microbiology.* (85), 103279.
- [42] Krause, N., Moravek, M. Dietrich, R. Wehrle E. Slaghuis, J. & Märtilbauer, E. (2010). Performance characteristics of the Duopath Cereus Enterotoxins assay for rapid detection of enterotoxinogenic *Bacillus cereus* strains. *Int J Food Microbiol.* 144(2), 322-6.
- [43] Kim, B., Bang, J., Kim, H., Kim, Y., Kim, B.S., Beuchat, L.R., & Ryu, J.H. (2014). *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* spores in Korean rice: prevalence and toxin production as affected by production area and degree of milling. *Food Microbiol.* (42) 89–94. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.02.021>.
- [44] Kwang Se Lee, Younseong Song, Chi Hyun Kim, Yong Tae Kim, Taejoon Kang, Seok Jae Lee, Bong Gill Choi, Kyoung G. Lee, Development of zinc oxide-based sub-micro pillar arrays for on-site capture and DNA detection of foodborne pathogen, *Journal of Colloid and Interface Science*, Volume 563, 2020, Pages 54-61, ISSN 0021-9797, (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021979719314675>
- [45] Lake, B., Hudson, A. & Cressey, P. Risk Profile. (2009). *Bacillus* spp in rice. Christchur. Mols M, Pier I, Zwietering. M, Abebe T. The impact of oxygen availability on stress survival and radical formation of *Bacillus cereus*. *International Journal of Food Microbiology.* (135), 303-11.
- [46] Luu-Thi, H., Khadka, D.B., & Michiels, C.W. (2014). Thermal inactivation parameters of spores from different phylogenetic groups of *Bacillus cereus*. *Int. J. Food Microbiol.* (189), 183–188. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.07.027>.
- [47] Martinez, J. (2008). Desarrollo de métodos rápidos para el control del *Bacillus cereus* en alimentos. [Tesis Doctoral, Universidad de Valencia-España] Archivo digital.
- [48] Ntuli, Víctor. Mekbib, Sissay. Ntseliseng, Molebatsi. Makotoko, Makotoko. Chatanga, Peter. Asita, Asita. (2013). Microbial and Physicochemical Characterization of Maize and Wheat Flour from a Milling Company, Lesotho. (15), 11-9.
- [49] Okinaka, R.T., & Keim, P. (2016). The Phylogeny of *Bacillus cereus* sensu lato. *Microbiol. Spectr.* <https://doi.org/10.1128/microbolspec.TBS-0012-2012>.
- [50] Okstad, O., Kolsto, A. (2011). Genomics of *Bacillus* Species. Springer, editor. *Genomics of Foodborne Bacterial Pathogens* New York. (p. 29-53).
- [51] Patrick, Kindle. Danai, Etter. Roger, Stephan. & Sophia Johler. (2019). Population structure and toxin gene profiles of *Bacillus cereus* sensu lato isolated from flour products. *Food Microbiology.* (366), 20.
- [52] Peng, H., Ford, V. Frampton, E. Restaino, L. Shelef, L. & Spitz, H. (2001). Isolation and enumeration of *Bacillus cereus* from foods on a novel chromogenic plating medium. *Food Microbiol.* 18(3), 231-8.
- [53] Rosenquist, H., Smidt, L., Andersen, S., Jensen, G., & Wilcks, A. (2005). Occurrance and significance of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* in ready to eat food. *FEMS Microbiology Letters.* (p. 129-36).

[54] Raddadi, N., Rizzi, A. Brusetti, L. Borin, S. & Tamagnini, I. Daffonchio D. (2010). *Bacillus molecular Detection of Foodborne Pathogens*. Boca Raton. FL: Taylor & Francis Group. (p. 129-44).

[55] Ruiling, Lv. Mingming, Zou1. Thunthacha, Chantapakul1. Weijun, Chen1. Aliyu, Muhammad. Jianwei, Zhou1. Tian, Ding. Xingqian. & Donghong, Liu1. (2019). Effect of ultrasonication and thermal and pressure treatments, individually and combined, on inactivation of *Bacillus cereus* spores. *Applied Microbiology and Biotechnology*. (103). 2329-2338.

[56] Sánchez, J., Correa, M. Castañeda-Sandoval, LM. (2016). *Bacillus cereus* un patógeno importante en el control microbiológico de los alimentos. 34(2): 230-242.

[57] Sarah Azinheiro, Krishna Kant, Mohammad-Ali Shahbazi, Alejandro Garrido-Maestu, Marta Prado, Lorena Dieguez. (2020). A smart microfluidic platform for rapid multiplexed detection of foodborne pathogens, *Food Control*, Volume 114, 107242, ISSN 0956-7135, (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09567135520301584>)

[58] Stenfors Arnesen, L., Fagerlund, A. & Granum, PE. (2008). from soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol Rev*. 32(4), 579-606.

[59] Sarrías, J., Valero, M., & Salmeron, M.C. (2010). Elimination of *Bacillus cereus* contamination in raw rice by electron beam irradiation. (20), 327-32.

[60] Seguridad alimentaria de Nueva Zelanda. [NZFSA]. *Bacillus cereus*. 2010. p. 1-3.

[61] Stetten, F., Francis, K., Lechner, S., Neuhaus, K., & Scherer S. (1998). Rapid discrimination of psychotolerant and mesophilic strains of the *Bacillus cereus* group by PCR targeting of 16s Rdna. *Journal of microbiological Methods*. (34), 99-106.

[62] Zhaojun, Qiao. Yingchun, Fu. Chunyang, Lei. Yanbin, Li. (2020). Advances in antimicrobial peptides-based biosensing methods for detection of foodborne pathogens: A review, *Food Control*. (112), 0956-7135. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09567135520300323>).

Morfología de *Bacillus cereus* <https://www.alamy.es/la-bacteria-bacillus-cereus-equipo-de-ilustracion-estos-son-bacilos-gram-positivos-en-forma-de-varilla-de-bacterias-productoras-de-esporas-que-son-a-menudo-dispuestas-en-cadenas-streptobacilli-algunas-cepas-pueden-causar-intoxicacion-alimentaria-image279151102.html>

CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN EN CRISTALES FOTÓNICAS 1D MEDIANTE EL MÉTODO DE LA MATRIZ DE TRANSFERENCIA

TRANSMISSION COEFFICIENT CALCULATION IN 1D PHOTONIC CRYSTALS BY USING THE TRANSFER MATRIX METHOD

González, Luz E^{1*}, Tapas, Juan Esteban¹

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería, Ibagué,
Colombia

*luz.gonzalez@unad.edu.co

Resumen - Este trabajo presenta una introducción matemática al campo de los cristales fotónicos. Se expone en detalle el método de la Matriz de Transferencia para el cálculo de modos guiados en un sistema multicapa 1D compuesto por capas alternadas de dos diferentes materiales. Este método permite estimar los rangos de frecuencia permitida y prohibida en los que puede propagarse la luz al interior de una estructura. El formalismo aquí presentado es ampliamente usado en el campo de dispositivos ópticos para la transmisión de datos e información.

Palabras clave— Cristales fotónicos; Método de la matriz de transferencia; Coeficiente de transmisión; dispositivos optoelectrónicos.

Abstract - In this work is presented a mathematical introduction to the photonic crystals field. It is explained in detail the Transfer Matrix technique for the calculation of guided modes in a 1D multilayer system composed by alternating layers of two different materials. This method allows estimating the permitted and prohibited frequency ranges in which light can propagate inside a structure. The formalism presented here is widely used in the field of optical devices for data and information transmission.

Keywords— Photonic crystals; Transfer matrix method; Transmission coefficient; optoelectronic devices.

I. INTRODUCCIÓN

Después de que en 1987 Yablonovitch [1] y John [2] propusieron los cristales fotónicos (PhCs), muchos trabajos experimentales y teóricos han sido dedicados al estudio de las propiedades

físicas de estos cristales, estructuras caracterizadas por la variación periódica del índice de refracción y en consecuencia de la constante dieléctrica, tales estructuras definen rangos de frecuencia y direcciones en las cuales la propagación de la onda electromagnética es prohibida o permitida. Las bandas de frecuencia a

través de las cuales la propagación de las ondas electromagnéticas no es permitida son llamadas “band gaps fotónicos” (PBG, de sus siglas en inglés photonic band gaps) [3]. En esencia, un cristal fotónico es una estructura periódica artificial caracterizada por una estructura de bandas fotónica, que puede ser modificada para controlar los rangos de frecuencia o longitud de onda de propagación de la luz [3].

En consecuencia, la capacidad de sintonizar la transmisión de luz que brindan los cristales fotónicos abre una nueva perspectiva en el campo de las comunicaciones ópticas [4], dispositivos optoelectrónicos [5], circuitos fotónicos integrados [6] y energías fotovoltaicas [7], entre otros.

El propósito de este trabajo es brindar una introducción matemática al campo de los cristales fotónicos [8]. Este breve texto está dirigido principalmente a estudiantes e investigadores que desean adquirir una introducción matemática al tema de los modos guiados y guías de onda en cristales fotónicos, ampliamente usado en el campo de dispositivos ópticos para la transmisión de datos e información.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

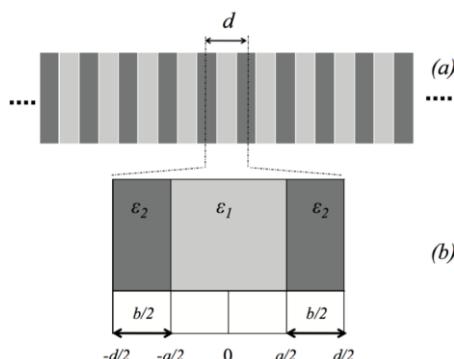


Figura 1. Diagrama esquemático del cristal fotónico 1D estudiado.

El cristal estudiado consta de una estructura periódica 1D compuesta por capas alternadas de diferentes materiales tales como superconductor y ferroeléctrico, Fig. 1(a). Se define el origen en el centro de la primer capa (con constante dieléctrica ϵ_1 y permeabilidad magnética μ_1) de espesor a con periodicidad $d = a + b$, donde b es el espesor de la capa del segundo material (con constante dieléctrica ϵ_2 y permeabilidad magnética μ_2) como se ilustra en la Fig. 1(b); se considera al eje z como la dirección de crecimiento del cristal, así como la dirección de propagación.

Técnica de la matriz transferencia

Con el fin de estudiar la propagación de la luz en cristales fotónicos, debemos partir de las ecuaciones de Maxwell en ausencia de cargas y corrientes [3]. Partiendo de la ecuación diferencial para el campo eléctrico asociada a este caso, donde $n(z) = \sqrt{\epsilon(z)\mu(z)}$ y $Z(z) = \sqrt{\mu(z)}/\sqrt{\epsilon(z)}$ son el índice de refracción y la impedancia respectivamente, para cada material [9], tenemos

$$\frac{d}{dz} \left[\frac{1}{n(z)Z(z)} \frac{dE}{dz} \right] = -\frac{n(z)}{Z(z)} \frac{\omega^2}{c^2} E \quad (1)$$

Para un PC compuesto de capas alternadas de dos diferentes materiales, la ecuación (1) debe ser resuelta asumiendo la continuidad del campo eléctrico y de su primera derivada, $\frac{1}{n(z)Z(z)} \frac{dE}{dz}$, lo que significa que la función de dos componentes

$$\Psi(z) = \left(E(z) \frac{1}{n(z)Z(z)} \frac{dE}{dz} \right), \quad (2)$$

es continua a través del PC. Esta condición puede ser convenientemente escrita por medio de la matriz de transferencia como $\Psi(z) = M(z - z_0) \Psi(z_0)$ [10], donde

$$M(z - z_0) = \begin{pmatrix} \cos[k(z - z_0)] & \frac{n(z)Z(z)}{k} \sin[k(z - z_0)] \\ -\frac{k}{n(z)Z(z)} \sin[k(z - z_0)] & \cos[k(z - z_0)] \end{pmatrix}$$

(3)

Nótese, que de esta expresión se ve claramente que si estoy en un punto z_0 cualquiera en una de las capas, por medio de la matriz $M(z - z_0)$ puedo desplazarme y obtener como es el vector ψ en un punto z del PC.

De acuerdo con la figura 2(b), tomando $z_0 = 0$ y $z = \frac{a}{2}$, en el medio 1 se tiene

$$\psi\left(\frac{a}{2}\right) = M_1\left(\frac{a}{2}\right)\psi(0), \quad (4)$$

con

$$M_1\left(\frac{a}{2}\right) = \left(\cos\left(\frac{k_1 a}{2}\right) \frac{n_1 Z_1}{k_1} \sin\left(\frac{k_1 a}{2}\right) - \frac{k_1}{n_1 Z_1} \sin\left(\frac{k_1 a}{2}\right) \cos\left(\frac{k_1 a}{2}\right) \right). \quad (5)$$

Para el medio 2 tomando $z_0 = \frac{a}{2}$ y $z = \frac{a+b}{2}$, se obtiene

$$\psi\left(\frac{a+b}{2}\right) = M_2\left(\frac{b}{2}\right)\psi\left(\frac{a}{2}\right), \quad (6)$$

siendo

$$\begin{aligned} \psi\left(\frac{a+b}{2}\right) &= M_2\left(\frac{b}{2}\right) M_1\left(\frac{a}{2}\right) \psi(0) \\ &= M_T(a, b) \psi(0) \end{aligned} \quad (7)$$

y

$$\begin{aligned} M_2\left(\frac{b}{2}\right) &= \left(\cos\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \frac{n_2 Z_2}{k_2} \sin\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \right. \\ &\quad \left. - \frac{k_2}{n_2 Z_2} \sin\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \cos\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \right), \end{aligned} \quad (8)$$

donde $M_T(a, b)$ es la matriz transferencia que me conecta el medio 1 (de espesor a) con el medio 2 (de espesor b), conservando la continuidad de la función ψ y que se encuentra dada por:

$$M_T(a, b) = \begin{pmatrix} P & Q \\ R & S \end{pmatrix}, \quad (9)$$

con

$$\begin{aligned} P &= \cos\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \cos\left(\frac{k_1 a}{2}\right) \\ &\quad - \frac{n_2 Z_2}{n_1 Z_1} \frac{k_1}{k_2} \sin\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \sin\left(\frac{k_1 a}{2}\right), \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{n_1 Z_1}{k_1} \sin\left(\frac{k_1 a}{2}\right) \cos\left(\frac{k_2 b}{2}\right) + \\ &\quad \frac{n_2 Z_2}{k_2} \sin\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \cos\left(\frac{k_1 a}{2}\right), \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} R &= -\frac{k_2}{n_2 Z_2} \sin\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \cos\left(\frac{k_1 a}{2}\right) \\ &\quad - \frac{k_1}{n_1 Z_1} \sin\left(\frac{k_1 a}{2}\right) \cos\left(\frac{k_2 b}{2}\right), \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} S &= \cos\left(\frac{k_2 b}{2}\right) \cos\left(\frac{k_1 a}{2}\right) - \\ &\quad \frac{n_1 Z_1}{n_2 Z_2} \frac{k_2}{k_1} \sin\left(\frac{k_1 a}{2}\right) \sin\left(\frac{k_2 b}{2}\right), \end{aligned} \quad (13)$$

donde $k_1 = \frac{\omega}{c} |n_1|$ y $k_2 = \frac{\omega}{c} |n_2|$, y

$$\det|M_T| = PS - QR = 1. \quad (14)$$

Como el PC es una estructura periódica, permite definir simetrías de traslación en la cual el sistema es invariante, lo que permite hacer uso de la condición de Bloch [10],

$$\psi(z + d) = e^{iqd}\psi(z), \quad (15)$$

donde $d = a + b$ es el período y q es elegido en la primera zona de Brillouin (BZ) de la superred fotónica, $-\frac{\pi}{d} \leq q \leq \frac{\pi}{d}$.

Haciendo $\lambda = e^{iqd}$ y $z = -\frac{a+b}{2} = -\frac{d}{2}$ se obtiene

$$\psi\left(\frac{d}{2}\right) = \lambda \psi\left(-\frac{d}{2}\right), \quad (16)$$

con lo cual se llega finalmente a

$$\cos(qd) = PS + QR, \quad (17)$$

obteniéndose las dos relaciones equivalentes

$$\sin^2\left(\frac{qd}{2}\right) = -QR, \quad (18)$$

$$\cos^2\left(\frac{qd}{2}\right) = PS. \quad (19)$$

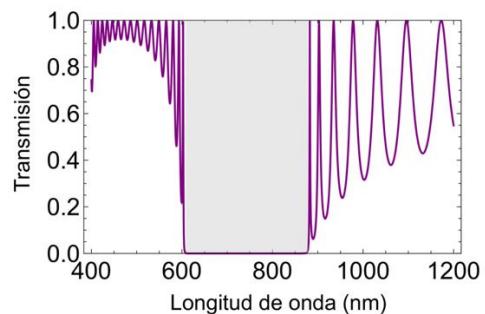
Las soluciones de estas dos ecuaciones tienen como resultado la relación de dispersión $\omega = \omega(q)$ o estructura de bandas del PC.

Otra ecuación equivalente se obtiene restando (19) de (18) y usando (10)-(13)

$$\begin{aligned} & \cos qd \\ &= \cos(k_1 a) \cos(k_2 b) \\ & - \frac{1}{2} \left(\frac{k_1}{k_2} + \frac{k_2}{k_1} \right) \sin(k_1 a) \sin(k_2 b). \end{aligned} \quad (20)$$

Las ecuaciones (18), (19) y (20) corresponden a las soluciones analíticas de la estructura de bandas de un cristal fotónico 1D. Las soluciones de dichas ecuaciones representan los rangos de frecuencias permitidas en las que la transmisión de luz se presenta en el cristal. A partir de la ecuación (20), se estima el porcentaje de luz que es transmitido en un cristal fotónico y por ende la cantidad de información que puede ser transmitida en la estructura.

La forma más simple de analizar estos sistemas es imaginar una onda plana propagándose a través del material y considerar la suma de múltiples reflexiones y refracciones que ocurren en cada interferencia [3], dando como resultado las regiones de frecuencia permitida y prohibida.



III. RESULTADOS

Figura 2. Espectro de transmisión a incidencia normal de un cristal fotónico 1D compuesto por capas alternadas de GaAs ($\epsilon_1 = 13$) y aire ($\epsilon_2 = 1$). Cada capa tiene un espesor de 90 nm. La región sombreada de gris corresponde a la región del espectro en que la luz no se propaga a través de la estructura, esto es, entre 600 y 870 nm, aproximadamente.

La figura 2 muestra el espectro de transmisión de un cristal fotónico 1D compuesto por capas alternadas de GaAs y aire, cuyas constantes dieléctricas son $\epsilon_1 = 13$ y $\epsilon_2 = 1$, respectivamente [8]. Cada capa con un espesor de 90 nm cada una. El área sombreada de gris corresponden a los rangos de alta reflectancia en los que la luz no se propaga y las bandas de color violeta indican las regiones de alta transmisión donde la radiación pasa a través de la estructura.

IV. CONCLUSIONES

Se realiza una revisión del método de la Matriz de Transferencia, ampliamente utilizado en el cálculo de la estructura de bandas fotónica y el coeficiente de transmisión de cristales fotónicos 1D. Esperamos que este escrito sirva de guía a aquellos investigadores y estudiantes interesados en iniciar su investigación en el campo de dispositivos ópticos para la transmisión de datos e información.

REFERENCIAS

- [1] Yablonovitch, E. (1987). Inhibited Spontaneous Emission in Solid-State Physics and Electronics. *Physical Review Letters*, 58.
- [2] Sajeev, J. (1987). Strong localization of photons in certain disordered dielectric superlattices. *Physical Review Letters*, 58.
- [3] Joannopoulos, J., Johnson, S., Winn, J., & Meade, R. (1995). *Photonic Crystals: Molding the Flow of Light*. Princeton University Press.
- [4] Choyon, A., & Chowdhury, R. (2022). Multifunctional chalcogenide (As[formula omitted]S[formula omitted], As[formula omitted]Se[formula omitted]) dual-core photonic crystal fiber with elliptical air-hole for mid-IR optical communications: Design and analysis. *Optik - International Journal for Light & Electron Optics* Vol. 258, 1.
- [5] Duc Lee, N., & Thuat, N.-T. (2020). Simulation of coupling optical modes in 1D photonic crystals for optoelectronic applications. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices* Vol 5, 142-150.
- [6] Fu, Z., Sun, F., Zhou, J., & Tian, H. (2020). Highly Sensitive 1×8 Parallel Multiplexing of Ultra-Compact Integrated 1D Photonic Crystal Sensor Array Based on Silicon-on-Insulator Platform. *IEEE Journal*, edsee.9046788.
- [7] Zhou, L., Xu, Y., Tan, S., Liu, M., & Wan, Y. (2022). Simulation of Amorphous Silicon Carbide Photonic Crystal Absorption Layer for Solar Cells. *Crystals* (2073-4352) Vol 12, 16p.
- [8] González Reyes, L. E. (2010). Efectos de presión, temperatura y frecuencia del plasma sobre la estructura de bandas de un cristal fotónico 1D semiconductor [Universidad del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/15541/CB-0438911.pdf?sequence=1>.
- [9] Cavalcanti, S. B., de Dios-Leyva, M., Reyes-Gómez, E. and Oliveira, L. E. (2007). Photonic band structure and symmetry properties of electromagnetic modes in photonic crystals, *Phys. Rev. E* 75, 026607.
- [10] Markos, P., Soukoulis, C. M. (2008). *Wave Propagation: From Electrons to Photonic Crystals and Left-Handed Materials*, Princeton University Press.

ESTUDIO TÉCNICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ADOQUINES A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

TECHNICAL STUDY FOR THE PRODUCTION OF PAVERS FROM THE REUSE OF LOW-DENSITY POLYETHYLENE

Sanchez-Echeverri, Luz Adriana^{1*}, Tovar-Perilla, Nelson Javier¹, Suarez-Puentes, Juana-Gisella²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD-Ibagué, Calle 34 # 9a - 26, Ibagué, Colombia

²Universidad de Ibagué, Carrera 22 Calle 67 B/Ambalá, Ibagué, Colombia

*luz.sanchez@unad.edu.co

Resumen - La presente investigación muestra el estudio técnico para la instauración de una planta de producción de adoquines no convencionales para pavimentación peatonal, a partir del procesamiento y transformación del polietileno de baja densidad generado en la ciudad de Ibagué. Este estudio tiene como propósito plantear una alternativa para ayudar a disminuir el volumen de residuos plásticos generados en la ciudad y a su vez crear fuentes de empleo, contribuyendo al desarrollo de la región. El estudio permitió conocer el proceso productivo y determinar las instalaciones necesarias para el funcionamiento de la planta, obteniendo como producto final un adoquín compuesto de arena y LDPE (75–25%).

Palabras clave— Adoquín, Pavimento peatonal Residuos plásticos, Reutilización.

Abstract - The present investigation shows the technical study for the establishment of a non-conventional cobblestone production plant for pedestrian paving, based on the processing and transformation of low-density polyethylene generated in the city of Ibagué. The purpose of this study is to propose an alternative to help reduce the volume of plastic waste generated in the city and in turn create sources of employment, contributing to the development of the region. The study allowed knowing the production process and determining the necessary facilities for the operation of the plant, obtaining as a final product a cobblestone composed of sand and LDPE (75–25%).

Keywords— The author must provide keywords (in alphabetical order), a minimum of 3 and a maximum of 6, that help identify the main themes or aspects of the article.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio técnico es una herramienta de la ingeniería que permite analizar los elementos que tienen que ver con la ingeniería básica del

producto y/o proceso que se desea implementar, se realiza la descripción detallada del mismo con la finalidad de mostrar todos los requerimientos para hacerlo funcional. Para realizar el estudio técnico de los adoquines no convencionales se

determino las materias primas y posibles proveedores, se realizó la descripción del proceso productivo, se identificó la maquinaria necesaria con sus respectivas características; finalmente, se realiza el balance de materia y energía con el fin de determinar el consumo de energía del proceso de fabricación.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materias Primas

El adoquín final se compone de dos materias primas (plástico y arena). Los proveedores serán:

- Plástico: Empresa recicladora Colreciclar Ambiental, con un costo de \$900/kg (no se cobra IVA) adicional 30% (\$1.170/kg) por limpieza y secado del plástico.
- Arena: Homecenter, con un costo de \$420/kg incluido el transporte. Se elige este proveedor puesto que es una empresa con responsabilidad ambiental [1] que la hacen proveedor ejemplar para la protección del entorno.

Proceso Productivo

El proceso de fabricación se muestra en la Figura. 1, este proceso permite obtener un adoquín final de dimensiones 20x10x6 cm y 1.600 g de peso.

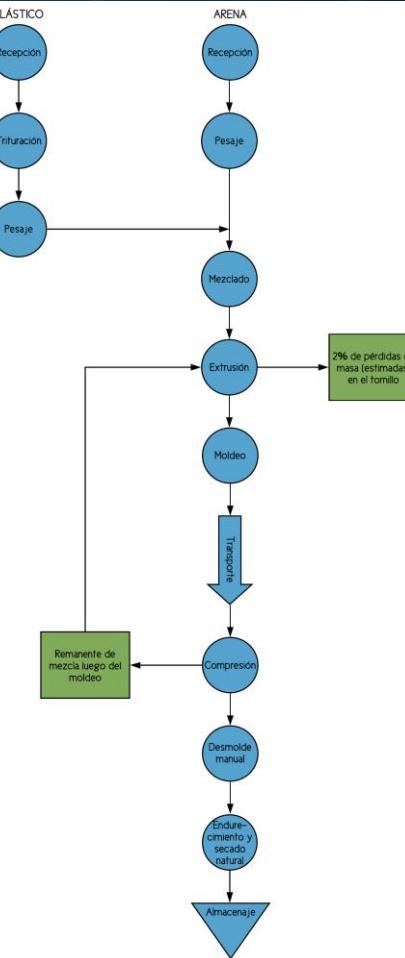


Figura 1. Proceso productivo para la fabricación de adoquines no convencionales LDPE y Arena.

El proceso inicia con el triturado del plástico hasta un tamaño de partícula de 10 mm para ser mezclado con la arena. Antes de mezclar, las dos materias primas se pesan para verificar que sea una proporción de 75% arena y 25% plástico [2], para obtener un producto final de 1.600g. Realizada la mezcla se inserta en la tolva de la extrusora, donde el tornillo sin fin y el calor la transforman en un material sólido bituminoso que fuerza su salida por la boquilla, como se muestra en la Figura 2.



Copyright 2019 por [3]

Figura 2. Boquilla de salida de extrusora, con mezcla de adoquines no convencionales.

En la parte inferior de la extrusora se colocan los moldes de los adoquines en la banda transportadora, de forma que cuando la mezcla sale de la boquilla de la extrusora el producto se vierte en todo el espacio disponible, y por medio de vibración se distribuya la mezcla homogéneamente en el molde. Una vez se completa el llenado de los moldes, se desplazan a la prensa hidráulica ubicada al final de la banda para que se realice el trabajo de moldeo por compresión y se logre uniformidad en el adoquín. Finalizada la compresión, la prensa se encarga de desmoldar los adoquines para que un operario los retire y se inicie el proceso de curado.

Pérdidas y remanentes del proceso de producción

En el proceso de extrusión existen las fuerzas de fricción en la superficie del cilindro y en la superficie del tornillo; en la presencia de estas dos fuerzas, el tornillo va albergando la masa que atraviesa el proceso constantemente, estimando pérdidas a la salida del 2% de la masa que ingresó

La consistencia de la mezcla al salir del proceso de extrusión causa que el vertimiento sobre los moldes sea impreciso (por lo cual se implementa la vibración sobre la banda transportadora) y puedan ocurrir dos situaciones: No se llena el molde por completo o la mezcla reboza el molde. En la segunda situación se generará un remanente de masa, el cual vuelve a ingresar al proceso de extrusión y será mezclado con las materias primas originales, compensando las pérdidas del tornillo.

El remanente de masa descrito con anterioridad concuerda con lo estipulado en la NTC 6033, de modo que se garantiza que todo

residuo generado la etapa de fabricación se aprovecha por el mismo proceso.

Maquinaria y equipos

Los procesos mencionados en la descripción del proceso de fabricación incluyen maquinarias y equipos necesarios para la fabricación de los adoquines. La Tabla 1 muestra la maquinaria, características e imágenes de cada una de ellas.

Tabla 1. Maquinaria necesaria para la fabricación de adoquines no convencionales.

Báscula
Características
Capacidad: 300 kg
Voltaje: 110 V
Plataforma: 40x50 cm
Batería: Recargable
Mezcladora
Características
Capacidad de tanque: 140 L
Dimensiones: 700x850x950 mm
Potencia: 550 W
Trituradora
Características
Cap. de producción: 250 kg/h
Dimensiones: 1010x815x1330 mm
Potencia: 10 HP
Peso: 500 kg
Prensa hidráulica
Características
Dimensiones útiles: 550x500x25 mm
Dimensiones totales: 1100x1300x2100 mm
Ciclo de moldeo: 15-20 s
Potencia: 22.8 kW
Peso: 1.300 kg
Banda transportadora
Características
Peso: 1000 kg
Dimensiones: 3000x1620x1100 mm
Potencia: 1,1 kW
Extrusora
Características
Cap. de producción: 150 kg/h
Dimensiones: 6x1,2x2 m
Potencia del motor: 30 HP
Potencia de la bomba (tanque de enfriamiento): 3HP
Peso: 1.500 kg

Capacidad de Producción

El limitante por capacidad viene dado por el proceso de extrusión (150 kg/h) y teniendo en cuenta un solo turno de 8 horas al día, por 6 días a la semana, se obtiene:

$$P = 150 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 8 \frac{\text{h}}{\text{día}} * 6 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}}$$

$$= 374.400 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Esta capacidad puede satisfacer la demanda calculada en trabajos realizados previamente [4]

Balance de Materia y Energía

Para los procesos mostrados en la Figura 1, se presentan intercambios de energía con la materia únicamente en la extrusión, para los demás procesos como trituración, mezclado, transporte y moldeo por compresión se considera únicamente gasto de energía.

En el balance de materia (Figura 3) se toma como base una hora (1h) y teniendo en cuenta la capacidad de producción, ingresan a la tolva de la extrusora 153 kg de mezcla (114,75 kg de arena + 38,25 kg de plástico triturado) y sale el estimado de 150 kg por la boquilla (112,5 kg arena + 37,5 kg plástico), el 2% restante se retiene en el tornillo sin fin. Estos 150 kg son vertidos en 93 adoquines por hora y no se presentan más pérdidas ni entradas de masa al proceso.

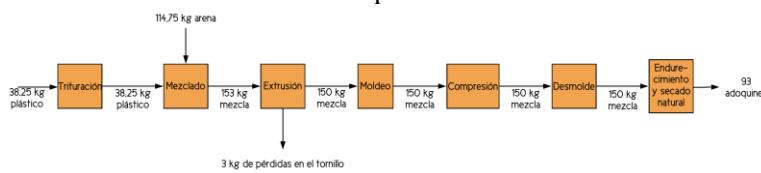


Figura 3. Balance de materia para la fabricación de adoquines no convencionales

Para evaluar el intercambio de energía con el entorno en los procesos de extrusión y moldeo se tiene en cuenta el concepto de entalpía. Así, aunque no se pueda medir el calor del sistema en un momento determinado, se puede calcular la energía transferida en forma de calor durante los procesos que ocurren a presión constante o con variaciones despreciables [5]. La entalpía (H) es una función de estado (variación) que permite expresar la cantidad de calor puesto en juego durante una transformación isobárica (a presión constante) [6]

La entalpía por unidad de masa es función de la temperatura y presión [7] por lo cual se tiene:

$$dH = \left(\frac{\delta H}{\delta T}\right)_P dT + \left(\frac{\delta H}{\delta P}\right)_T dP \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

dH: Derivada total de la Entalpía

δH : Derivada parcial de la Entalpía

δT : Derivada parcial de la Temperatura

δP : Derivada parcial de la Presión

En la extrusión se presentan cambios de presión moderados a medida que la masa avanza por el tornillo, comenzando con presión atmosférica en la tolva y aumentando hasta la salida por la boquilla. Este aumento de presión es debido a la variación de la sección de paso del tornillo, la cual disminuye gradualmente para que el material sea homogeneizado y presurizado para forzarlo a atravesar la boquilla [8].

La presión hidrodinámica del fluido debido a la velocidad y la presión por profundidad del tornillo, se pueden considerar despreciables debido a que tienen valores significativamente bajos. Por lo tanto, eliminando el segundo argumento de la Ecuación (1) e incorporando el concepto de Calor Específico, se tiene que:

$$H = mC_p(T_2 - T_1) = mC_p\Delta T$$

Donde:

m: Masa

Cp: Calor específico

ΔT : Cambio de temperatura en la entrada y salida del proceso

Teniendo que el calor específico de la arena es 800J/(kg-K) [9] y del LDPE es 1.920J/(kg-K) [10], y conociendo la temperatura de salida es la temperatura de fusión del LDPE reciclado (140°C) [11] y en la entrada la temperatura de referencia (25°C) se calcula el calor generado por la extrusora al transformar las materias primas.

Tabla 2. Calor generado en la transformación de las materias primas.

Arena
$H = 112,5 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 800 \frac{\text{J}}{\text{kg} * \text{K}} * (413 - 298)\text{K}$
$H = \frac{10.350 \text{ KJ}}{0,85 \text{ h}} = 12.176,5 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}$
LDPE



$$H = 37,5 \frac{kg}{h} * 1,92 \frac{KJ}{kg * K} * (413 - 298)K$$

$$H = \frac{8.280 \text{ KJ}}{0,85 \text{ h}} = 9.741,2 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}$$

La extrusora cuenta con un recubrimiento con manta térmica, por lo que se asume una eficiencia en la transferencia del 85%, y se halla la transferencia únicamente a los productos de la máquina, no al producto que queda dentro del tornillo.

De acuerdo con las especificaciones de cada una de las máquinas involucradas en el proceso, se determina el consumo energético de cada una de las operaciones del proceso productivo (Tabla 3).

Tabla 3. Consumo energético en cada uno de los procesos de fabricación de adoquines no convencionales.

Mezcladora
$H = 550w * \frac{1\text{kw}}{1000w} * \frac{8h}{\text{día}} = 4,4 \frac{\text{kw} - h}{\text{día}} * \frac{3.600\text{KJ}}{1\text{kw} - h}$ $= 15.840 \text{ kJ/dia}$
Trituradora
$H = 10HP * \frac{1\text{kw}}{1,341HP} * \frac{8h}{\text{día}} = 59,66 \frac{\text{kw} - h}{\text{día}} * \frac{3.600\text{KJ}}{1\text{kw} - h}$ $= 214.765,1 \text{ kJ/dia}$
Prensa Hidráulica
$H = 22,8\text{kw} * \frac{8h}{\text{día}} = 182,4 \frac{\text{kw} - h}{\text{día}} * \frac{3.600\text{KJ}}{1\text{kw} - h}$ $= 656.640 \text{ kJ/dia}$
Banda transportadora
$H = 1,1\text{kw} * \frac{8h}{\text{día}} = 8,8 \frac{\text{kw} - h}{\text{día}} * \frac{3.600\text{KJ}}{1\text{kw} - h}$ $= 31.680 \text{ kJ/dia}$

Asumiendo que se trabaja un turno de 8 h/d, y se produce 6 días/semana, la energía total utilizada en un año se estima en

$$H = 1.802.991,53 \frac{\text{kJ}}{\text{día}} * \frac{6 \text{ días}}{\text{semana}} * \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}}$$

$$= 562.533.357,36 \frac{\text{kJ}}{\text{año}}$$

Con una equivalencia de uso anual aproximadamente de 3.853 galones de Diesel; 1 galón de Diesel = 146.000 kJ [12]

III. CONCLUSIONES

Si bien la fabricación de los adoquines demanda el consumo energético equivalente al uso de 3.853 galones de Diesel/año, su principal materia prima es considerada como un desecho y al ser reincorporada en este proceso productivo se están evitando situaciones como generación de lixiviados, biogás y demás problemas de contaminación del entorno, todo lo cual ocurriría si las basuras plásticas fueran dispuestas en rellenos sanitarios para su degradación, y no para el proceso productivo descrito con anterioridad

De acuerdo con el estudio técnico se pudo evidenciar que el proceso productivo de los adoquines no convencionales no incorpora la adición de agua, lo que lo potencia como un producto de menor impacto ambiental.

REFERENCIAS

- [1] Homecenter. (n.d.-h). Gestión ambiental. Retrieved July 12, 2020, from <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/mashomecenter/rs/gestion-ambiental>
- [2] Kumi-Larbi, A., Yunana, D., Kamsouloum, P., Webster, M., Wilson, D. C., & Cheeseman, C. (2018). Recycling waste plastics in developing countries: Use of low-density polyethylene water sachets to form plastic bonded sand blocks. *Waste Management*, 80, 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.003>.
- [3] Kolev, A. (2019). PLASTIC SAND TILE MACHINE. Only from recycling plastic and sand. Retrieved July 6, 2020, from <https://www.youtube.com/watch?v=m8zBwvHkwfs&t=338s>
- [4] Sanchez-Echeverri, L.A.; Tovar-Perilla, N.J.; Suarez-Puentes, J.G.; Bravo-Cervera, J.E.; Rojas-Parra, D.F. Mechanical and Market Study for Sand/Recycled-Plastic Cobblestones in a Medium-Size Colombian City. *Recycling* 2021, 6, 17. <https://doi.org/10.3390/recycling6010017>
- [5] Garritz Ruiz, A., Gasque Silva, L., & Martínez Vázquez, A. (2005). Energía, termoquímica y espontaneidad. *Manifestaciones de La Materia*, 1, 305–348
- [6] Bernal, E. (n.d.). FÍSICA TERMODINAMICA 6M. Retrieved June 10, 2020, from <https://estebanbernal10.wordpress.com/tercer-corte/entalpia-entropia/>
- [7] Méndez Delgado, F. (2017). Los procesos industriales y el medio ambiente: un nuevo paradigma (3º). Alfaomega.
- [8] Beltrán, M., & Marcilla, A. (2012). Extrusión. *Tecnología de Polímeros*, 102–167. Retrieved from <http://iq.ua.es/TPO/Tema4.pdf>

[9] Cengel, Y. A. (2016). Tablas y diagramas de propiedades (Sistema Internacional). Transferencia de Calor y Masa, 888–889.

[10] Universitat de Barcelona. (n.d.). Polietileno de baja densidad. Retrieved April 22, 2020, from <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno-de-baja-densidad>

[11] Zoorob, S. E., & Suparma, L. B. (2000). Laboratory design and investigation of the properties of continuously

graded Asphaltic concrete containing recycled plastics aggregate replacement (Plastiphalt). *Cement and Concrete Composites*, 22(4), 233–242. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(00\)00026-3](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(00)00026-3)

[12] Saucedo B., J. V. (2008). Guía de equivalencias energéticas y volumétricas de combustibles. Canasta Energética Colombiana.

.

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE ÓXIDO DE ZINC OBTENIDO POR EL MÉTODO DE PRECURSOR POLIMÉRICO PARA APLICACIONES EN FOTOVOLTAICA

STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF ZINC OXIDE BY POLYMER PRECURSOR FOR PHOTOVOLTAICS 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 – En este trabajo se desarrolló un método que permitió obtener ZnO, como material cristalino y nano-particulado, mediante el uso del precursor polimérico, como lo es el acetato de zinc, ácido cítrico y etilenglicol. El material obtenido fue caracterizado utilizando 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 3.28- 3.36 eV, el cual está asociado 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, principio básico de las celdas solares, abriendo así un camino importante en Colombia, en la búsqueda de materiales que sean óptimos para futuras aplicaciones en celdas solares.

Palabras clave— Precursor polimérico, caracterización, Óxido de Zinc.

Abstract – In this work, a method was developed, that allowed to obtain ZnO, as crystalline material and nano particulate by polymeric precursor as zinc acetate, and citric acid and ethylene glycol. The material obtained was characterized by FTIR, Diffuse Reflectance, UV-Vis (DR-UV-Vis) and X-ray Diffraction (XRD). The results indicated that the main functional groups are due to the symmetric vibration of Zn-O bond and stress vibration modes of the Zn-O bond. The value of the energy gap was determined between 3.28-3.36 eV, which is associated with electronic transitions that involve localized orbitals on the energy gap

and associated with the defects present on the samples. This result is important considering the potential use of these materials in the photodetection phenomena, the basic principle of solar cells, opening an important path in Colombia, in the search for materials with optimal characteristics for future applications in solar cells.

Keywords— *Polymeric precursor, characterization, Zinc oxide.*

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar las características ópticas del sistema ZnO), inicialmente se formó una suspensión, diluyendo en constante agitación (300 rpm), la cantidad estequiométrica del acetato de zinc (($(CH_3COO)_2Zn \cdot 2H_2O$ - Merck) en agua, ácido cítrico y etilenglicol. La solución obtenida del precursor de Zinc y agua, con los cationes de interés, se adiciona a la solución de etilenglicol y ácido cítrico, considerando una relación 4:1, agitando continuamente a una temperatura de 80°C, hasta lograr una completa disolución del ácido cítrico en el Polialcohol. La solución resultante se mantendrá en agitación por aproximadamente 15 minutos. Esta resina viscosa se pre-calcinará a 320 °C, por 4 horas, para eliminar la mayor cantidad de fase orgánica presente en el sólido. El polvo obtenido (precalcinado) se macera utilizando un mortero de ágata, posteriormente se somete a un tratamiento térmico a 550 °C, en un horno Carbolite modelo RHF 1600 a una velocidad de calentamiento de 2 °C / min, durante cuatro horas, para eliminar el material orgánico y promover el desarrollo de los diferentes eventos fisicoquímicos entre ellos los cambios de fase necesarios que permitieron obtener los óxidos de interés [1,2]. El procedimiento general para la síntesis del sistema ZnO se ilustra en la **Fig. 1**.

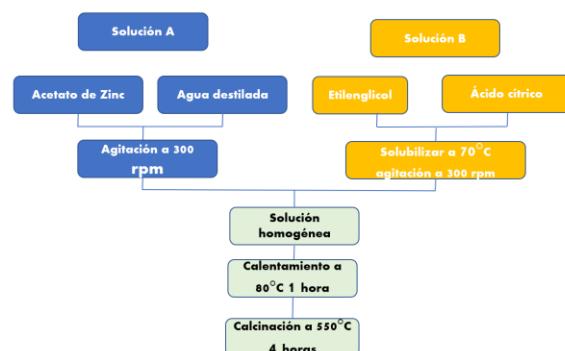


Figura 1. Esquema del método de síntesis precursor polimérico utilizado para sintetizar el ZnO.

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 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 Diffractómetro X'Pert PRO MRD de PANalytical con una fuente de Cu ($\lambda = 1.54 \text{ \AA}$). Los ensayos se realizaron a un voltaje de 40 kV a 2 °/min, a una corriente de

30 mA en el rango de medida 20-70°. Los resultados obtenidos fueron procesados y analizados usando el programa Crystallographica Search-Match 3.1.0.

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. 2.** se muestran los espectros FTIR correspondientes a las muestras obtenidas del sistema ZnO y tratadas térmicamente a 550 °C durante 4 horas. Las bandas que predominan en los espectros FTIR de las diferentes muestras, corresponden al enlace Zn-O y las asociadas a las vibraciones de tracción de los grupos hidroxilo, así como las características del agua adsorbida. La banda alrededor de 3430 cm⁻¹ se debe a especies O-H, las de 2036 cm⁻¹ y 1007 cm⁻¹, se debe a los modos de estiramiento de los enlaces C-H y debido a la vibración simétrica del enlace Zn-O, presentes en las muestras.

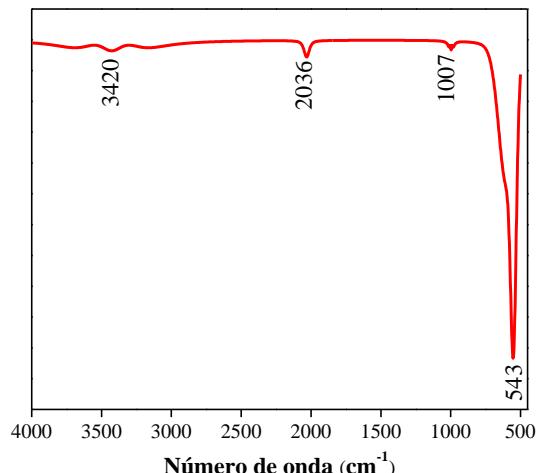


Figura 2. Espectros FTIR del sistema de ZnO.

En la Fig. 3 (a) se presenta el espectro de reflectancia difusa (DR UV-Vis) del sistema ZnO, las bandas por debajo de 400 nm (3.1 eV) para estos sistemas podría atribuirse a las transiciones electrónicas de los enlaces Zn-O [5].

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 hv , Fig.3 (b); extrapolando la parte lineal de las curvas y definiendo el corte de la curva con el eje de la abscisa se obtuvo un valor entre 2.8- 3.36 eV, estos valores indican que los sistemas obtenidos son de naturaleza semiconductor 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 generaría estados energéticos ubicados en el band gap [6,7].

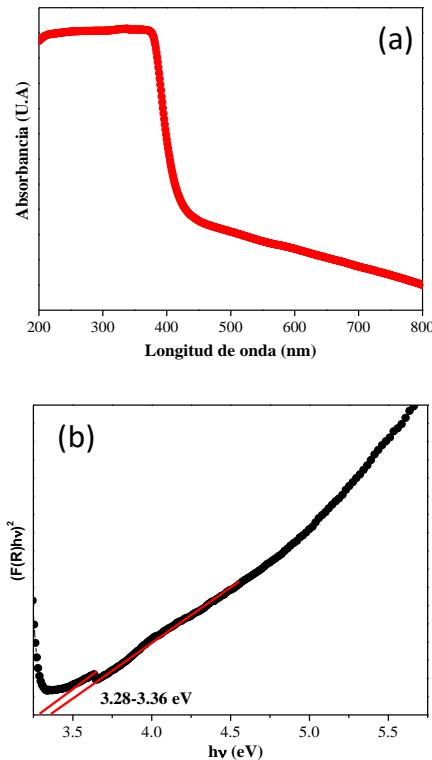


Figura 3. (a) Espectros de reflectancia difusa y (b) funciones de Kubelka-Munk (“inside”) correspondientes a muestras de ZnO.

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 [3,6].

Los valores de los parámetros de la red fueron $a = 3.2499 \text{ \AA}$, $b = 3.2499 \text{ \AA}$, $c = 5.2066 \text{ \AA}$, $\alpha = 90^\circ$, $\beta = 90^\circ$ y $\gamma = 120^\circ$. El difractograma experimental en la Fig.4 mostró que la estructura cristalina del sólido era hexagonal, con índices de Miller: (100), (002), (101), (102), (110), (103),

(200), (112), (201), (004), (202), (104), (203). El tamaño de cristalito se calculó teniendo en cuenta los picos de mayor intensidad en el difractograma de la **Fig. 4** y utilizando la fórmula de Scherrer, dando como resultado un tamaño de cristalito de $\sim 50 \text{ nm}$.

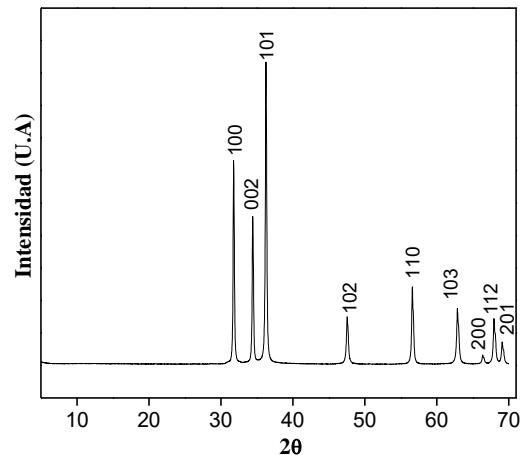


Figura 4. Difractogramas de rayos X de la muestra ZnO obtenida por el método Pechini, obtenidas a 550 °C.

III. CONCLUSIONES

Utilizando el método de síntesis propuesto en este trabajo, se obtuvieron polvos cristalinos nano particulados de ZnO. Los resultados obtenidos de las curvas UV Vis- DRS, mediante la función Kubelka-Munk, mostraron un valor de la brecha de energía entre $\sim 2.28-3.36 \text{ eV}$, asociado con un comportamiento semiconductor, con transiciones electrónicas que involucrarían orbitales localizados en el gap y que estarían asociados a los defectos presentes en las muestras. Los polvos sintetizados a 550 °C presentaron un tamaño de partícula primario promedio de $\sim 50 \text{ nm}$ y una fase cristalina única correspondiente a la estructura hexagonal espacio de grupo P63mc (186).

AGRADECIMIENTO

El proyecto ha sido financiado en convocatoria interna número 009 cohorte 2 de la UNAD en alianza con Univalle y el Centro de Excelencia de Nuevos Materiales.

REFERENCIAS

- [1] J.H. Cai, G. Ni, G. He, Z.Y. Wu, Red luminescence in ZnO films prepared by a glycol-based Pechini method, *Phys. Lett. Sect. A Gen. At. Solid State Phys.* 372 (2008) 4104–4108.
<https://doi.org/10.1016/j.physleta.2008.03.011>.
- [2] C. Sánchez, J. Doria, C. Paucar, M. Hernandez, A. Mósquera, J.E. Rodríguez, A. Gómez, E. Baca, O. Morán, Nanocrystalline ZnO films prepared via polymeric precursor method (Pechini), *Phys. B Condens. Matter.* 405 (2010) 3679–3684.
<https://doi.org/10.1016/j.physb.2010.05.065>.
- [3] J. Ashwini, T.R. Aswathy, A.B. Rahul, G.M. Thara, 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. 11 (2021) 1507.
<https://doi.org/10.3390/CATAL11121507>
- [4] P. Pillai, S. Dharaskar, M. Khalid, Optimization of fluoride removal by Al doped ZnO nanoparticles using response surface methodology from groundwater, *Chemosphere.* 284 (2021).
<https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHER E.2021.131317>.
- [5] Y. Lu, Y. Lin, D. Wang, L. Wang, T. Xie, T. Jiang, A High Performance Cobalt-Doped ZnO Visible Light Photocatalyst and Its Photogenerated Charge Transfer Properties, *Nano Res.* 4 (2011) 1144.
[https://doi.org/10.1007/S12274-011-0163-4.](https://doi.org/10.1007/S12274-011-0163-4)
- [6] J. Sherine, E. Indubala, H. Anish, H. Seshadri, Band gap engineering of ZnO by amino acid capping for optoelectronic and energy applications, *Int. J. Energy Res.* 45 (2021) 5922–5938.
<https://doi.org/10.1002/ER.6214>.
- [7] N. Turkten, M. Bekbolet, Photocatalytic performance of titanium dioxide and zinc oxide binary system on degradation of humic matter, *J. Photochem. Photobiol. A Chem.* 401 (2020) 112748.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2020.112748>.

DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE MARKETING DIGITAL PARA LA EMPRESA PERFECT NAILS

DESIGN OF A STRATEGIC DIGITAL MARKETING PLAN FOR THE COMPANY PERFECT NAILS

Rubiano Pimiento, Kevin Stiven¹, Aguilar Villalba, Lucia Esmeralda¹, Molina Arevalo, Natalia¹, Ospina Oviedo, Angela María^{1,*}

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

*angela.ospina@unad.edu.co

Resumen - La finalidad de este proyecto es lograr la implementación de un plan de marketing digital para la empresa Perfect Nails, para lograr lo anterior se desarrolla cada una de las fases para este proyecto.

La primera fase consiste en saber la situación actual de las empresas y su ubicación en el mercado, como apoyo para realizar esta primera fase contamos con el curso de maratón de emprendimiento para lograr la presente fase. Con la participación de más de 500 emprendimientos tolimenses estuvimos entre los mejores proyectos de la maratón del año 2021 recibiendo una herramienta tecnológica "Tablet".

La segunda fase del proyecto se obtuvo un análisis del mercado, diseño y tamaño de la muestra, elaboración del cuestionario, tabulación. Que nos permitió con estadísticas lograr pautar la campaña tráfico prueba para lograr que tipo de anuncio, campaña, público objetivo y sus características. En la tercera fase se realizó el Diseño del plan de marketing digital con enfoque de gestión PHVA, donde encontramos, Página Web, Estrategias comerciales con ayuda de marketing digital, Cambio de imagen y mejoras en procesos productivos de la empresa Perfect Nails

Palabras clave— Marketing Digital, Meta Business Suite, PHVA, Sitio Web, Stickers

Abstract - The purpose of this project is to achieve the implementation of a digital marketing plan for the company Perfect Nails, to achieve the above, each of the phases mentioned for this project is developed.

The first phase consists of knowing the current situation of the companies and their location in the market as support to carry out this first phase we have the entrepreneurship marathon course to achieve this phase. With the participation of more than 500 Tolima ventures, we were among the best projects of the 2021 marathon receiving a technological tool "Tablet".

The second phase of the project was obtained a market analysis, design and sample size, preparation of the questionnaire, tabulation. That allowed us with statistics to guide the campaign traffic test to achieve

what type of ad, campaign, target audience and its characteristics. In the third phase, the Design of the digital marketing plan with PHVA management approach was carried out, where we find, Website, Commercial strategies with the help of digital marketing, Change of image and improvements in production processes of the company Perfect Nails

Keywords— Digital Marketing, Meta Business Suite, PHVA, Website, Stickers

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El método de investigación de estudio es mixto, siendo una mezcla de cualitativa y cuantitativa, observando la factibilidad de desarrollar estrategias de marketing digital para aplicarlo con la empresa Perfect Nails. Para lograr lo anterior se desarrolla cada una de las fases para este proyecto.



Figura 1. Fases para desarrollar las estrategias de marketing digital

Primera fase consiste en diagnosticar la actualidad de las empresas y su ubicación en el mercado, como apoyo para realizar esta primera fase contamos con el curso de maratón de emprendimiento para lograr la presente fase. Con la participación de más de 500 emprendimientos tolimenses estuvimos entre los mejores proyectos de la maratón del año 2021 recibiendo una herramienta tecnológica “Tablet”.

La segunda fase del proyecto se obtuvo un análisis del mercado, diseño y tamaño de la muestra, elaboración del cuestionario, tabulación. Que nos permitió con estadísticas lograr pautar la campaña tráfico prueba para lograr que tipo de anuncio, campaña, público objetivo y sus características.

En la tercera fase se realizó el Diseño del plan de marketing digital con enfoque de gestión PHVA, donde encontramos, Página Web, Estrategias comerciales con ayuda de marketing digital, Cambio de imagen y mejoras en procesos productivos de la empresa Perfect Nails.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1 .Situación de la empresa en el año 2021

Perfect Nails, Es una empresa fundada en el año 2020. A raíz de la pandemia logró realizar grandes investigaciones basadas en la experiencia por más de 25 años para elaborar y diseñar Stickers para uñas. Siendo una empresa industrial fortaleciendo la economía colombiana. Logrando ser primeros y principales impulsadores de la producción de Stickers para uñas en el departamento del Tolima.

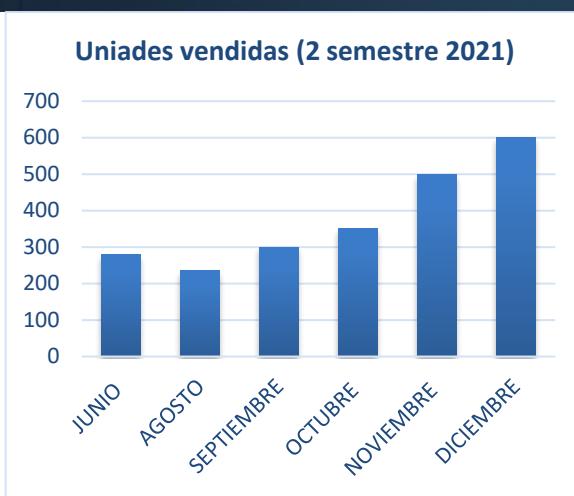


Figura 2. Unidades vendidas segundo semestre 2021

Para Analizar la competencia se logró ingresar en la maratón de emprendimiento que se realizó de manera virtual por parte de la Gobernación del Tolima, donde participaron más de 500 emprendimientos y microempresas menores de 2 años en el comercio, logrando quedar entre los mejores 100 proyectos de la maratón Tolima 2021 recibiendo una herramienta tecnológica “Tablet”. Dentro de la maratón tuvimos sesiones donde logramos Identificar nuestro cliente potencial, hacer nuestro producto único y diferente, Como vender y mapeo de nuestra competencia y por último Diseño de estrategia de introducción o consolidación en el mercado.

Fase 2. Estudio de mercado

Una vez definida la unidad de análisis, comenzamos a definir La población o muestra a estudiar y pretendiendo generalizar los resultados. Por tanto, la población que será dirigido es a todo tipo de mujer que puedan obtener un Celular, Pc o Tablet, es el conjunto de todos los casos pactados. Para la aplicación de métodos de recolección de información (encuesta).

El sondeo se realizó a 362 mujeres ubicadas en la ciudad de Ibagué entre los estratos 1,2,3 al 4, con edades que oscilan entre los 18 y 54 años. Las edades de los encuestados los dividimos en 4, ya

que es una segmentación de rangos de edad grande para lograr hacer un análisis más completo a la hora de pautar por redes sociales.

A. Estudio de Marketing

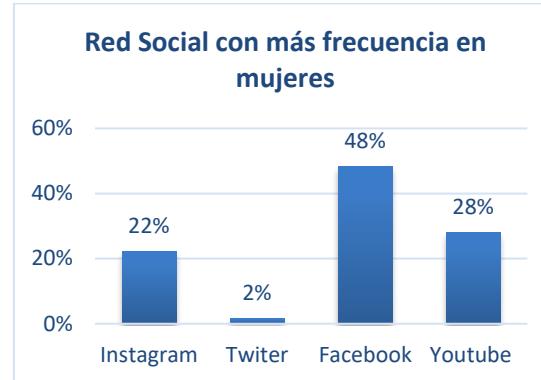


Figura 3. Red social con más frecuencia en mujeres

Como resultado de la investigación se obtiene que 48% de las mujeres utilizan Facebook como la red social más frecuentada por ellas siguiendo YouTube con el 28%, Instagram 22% de esta manera nos permite a nosotros lograr plantear una estrategia para realizar publicidad pautada por medio de Meta Business Suite nos aporta lograr entrelazar las dos redes sociales Facebook y e Instagram.

En Meta Business Suite Facebook nos permite realizar diferentes campañas dependiendo del tipo de anuncio estos datos que nos arroja son importantes resultados para lograr pautar 46% de las mujeres se sienten seguras con una página web 24% llenar datos, 23% WhatsApp y 6% Redes sociales. Y aun mejor cuando sabemos qué tipo de Imagen o video les gusta las mujeres.

Estos presentes resultados se realizaron con el fin de lograr obtener estrategias que logren dar con una muy buena segmentación del mercado, así mismo como también que tipo de información busca una mujer en una página web.

La razón a que esta pregunta abierta porque queríamos saber la opinión de nuestros clientes respecto al Diseño del producto con el 80% de

nuestras clientas nos piden reestructurar el fondo de la lámina.

B. Estudio de Mercadeo

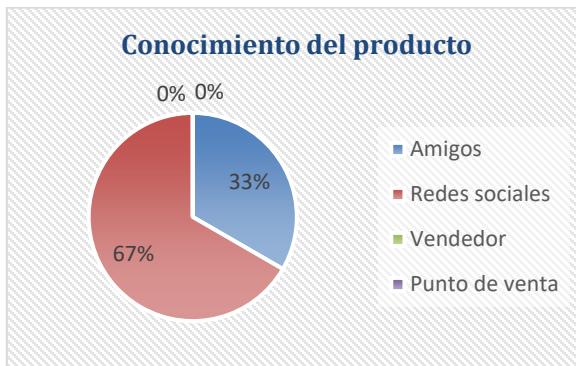


Figura 4. Como el cliente conoció el producto

En la presentación del producto fue con una pregunta abierta la razón a que esta pregunta abierta porque queríamos saber la opinión de nuestros clientes respecto al Diseño del producto, con el 80% de nuestras clientas nos piden reestructurar el fondo de la lámina. Obteniendo estos resultados la empresa Perfect Nails deberá renovar y sacar al mercado un diseño más atractivo para las mujeres.

Como resultado de la investigación se obtiene que el 67% de las clientas encuestadas conocieron el producto por medio de las redes sociales y con el 33% por medio de amigos. Indica que la gran parte de las clientas lograron saber de la empresa por medio de las redes sociales con publicaciones orgánicas.

Fase 3. Diseño de un Plan de Marketing Digital para la Empresa Perfect Nails

Para diseñar nuestro plan de marketing digital nos guiamos por cada interpretación del estudio que se realizan en marketing y en mercadeo para lograr obtener un Diseño de plan de marketing digital se tienen presentes estas 4 estrategias:

1. Estrategias de segmentación y Posicionamiento.
2. Estrategias de productos y servicios.
3. Estrategias de distribución y ventas.

4. Estrategias de comunicación.

Este plan de marketing digital se llevará con un enfoque de gestión llamado PHVA, no ayudará a planificar, implementar, controlar y realizar mejoras continuas, tanto para los productos como para los procesos de sistema de gestión.

Hoy en día sabemos que la tecnología está constantemente innovando, se presentan cada vez más nuevas redes sociales que se vuelven tendencia, por lo que este plan de marketing digital es enfocado con un sistema de gestión, porque siempre vamos a tener que estar haciendo mejoras continuas dependiendo de las tendencias en decoración para uñas, temporadas o uso de redes sociales.

El enfoque de gestión se realizó en el programa Excel Microsoft Office, donde la primera hoja encontramos el mapeo de la competencia donde están las tablas 1 2 y 3 de presente trabajo.

1. Planear

Donde se realiza un diagnóstico, determinando la problemática y el impacto que pueda tener, se definen los objetivos que tiene la empresa, debilidad y fortalezas en marketing online, sus principales competidores, capacitaciones para lograr mejorar y adaptar como tienda online y por último se desarrollan planes de trabajo.

2. Hacer

En esta etapa se lleva a cabo el plan de trabajo establecido anteriormente, junto con algún control para vigilar que el plan se esté llevando a cabo según lo acordado, de esta manera se cuenta con diferentes pasos para el plan de marketing digital como la visibilidad para darse a conocer, captación de prospectos, seguimiento, proceso de venta, fidelización, estrategias redes sociales y presupuestos.

Tabla 1. Presentación del producto

Presentación del producto

1. Cambio de Imagen
2. Implementación de Código QR
3. Implementación de la página web

Como estrategia de seguimiento se propone seguir implementando las estrategias que la empresa ha llevado a cabo, pero mejorando el contenido audiovisual para realizar una mejor presencia en todas las redes sociales. Como estrategia de seguimiento se propone seguir implementando las estrategias que la empresa ha llevado a cabo, pero mejorando el contenido audiovisual para realizar una mejor presencia en todas las redes sociales.

En el proceso de venta, que es un parte importante para la empresa, se da como estrategias pagos en línea tener una Tienda Online donde las mujeres sientan confianza en realizar pagos, como también estrategias en bonos en producto o en precio, para tener una mejor confianza con el cliente se quiere llegar un acuerdo comercial con la empresa Envía trasportadora Colombia para realizar envíos a nivel nacional en contra entrega, de esta manera las mujeres que no se sientan seguras en realizar pagos en línea puedan utilizar esta modalidad.

3. Verificar

Aquí se comparan los resultados planeados con los que se obtuvieron realmente.

Perfect Nails es una Tienda Online, no tiene punto físico, muchas de las mujeres les gusta primero conocer el producto antes de adquirirlo o algunas de las mujeres no les gusta comprar Online. Teniendo esta investigación se logró como estrategia comercial y de marketing digital con la ayuda de la empresa buscar puntos estratégicos como (Puntos autorizados de venta) en diferentes lugares de la ciudad de Ibagué.

Como resultado de la publicidad pautada en la campaña, tráfico se llegó a un alcance de, 3369 personas con una interacción de las publicaciones, 115 mujeres fueron las interesadas en el anuncio y 30 de ellas llegaron al WhatsApp Business, obteniendo como resultado 5 compras 4 de la ciudad de Ibagué y 1 para la ciudad de Manizales. Se direccionaron 7 personas para los puntos más cercanos y lograrán adquirir el producto por medio de los Distribuidores.

Proceso de venta

Para mejorar el proceso de venta se tuvieron en cuenta varios aspectos en el estudio de mercado, el 65% de las mujeres realizan compras por Marketplace o Tienda Online como estrategia del plan de marketing digital se creó una página web que tuviera Tienda Online para lograr satisfacer las necesidades y seguridad.

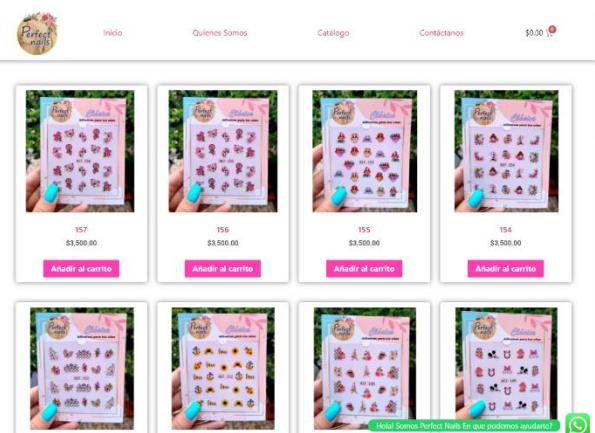


Figura 5. Tienda Online Perfect Nails

Presentación del producto

Las estrategias que se plantearon para la presentación del producto vienen dadas con en el análisis de mercado y marketing que se realizó en la fase anterior son las siguientes:

1. Cambio de imagen ya que algunas de las clientas sugerían cambiar la imagen que se tenía para la anterior lamina.
2. Algunas mujeres les gusta poder ver un video de paso a paso para poder hacer uso del producto y fue con un porcentaje de 51%, de esta manera se logró buscar un espacio en la parte

donde va el paso a paso para implementar un QR enlazada con la cuenta de YouTube.

3. Ya que la empresa cuenta con página web se logra implementar en la lámina a la dirección para que las mujeres interesadas puedan conocer más sobre la empresa El 18% de las mujeres buscan que una página web tenga como realizar cotizaciones el 17% pagos en línea, 17% confiabilidad, 16% datos de la empresa, 16% buzón y el 16% un portafolio de los productos ofrecidos.



Figura 6. Nueva presentación

También se realizaron ayudas audiovisuales para fechas espaciales en este caso el día de la mujer donde varias de las clientas se sintieron satisfechas de haberles llegado el mensaje. Donde tenemos como evidencia una de nuestras clientas que publicó en estado de la misma plataforma de WhatsApp el mensaje recibido.

El último informe general de cartera que entrega la empresa demuestra un total en ventas \$2'699.000 uno de los principales resultados importantes en la implementación del plan de marketing digital hay que resaltar que estos datos numéricos son solamente datos de los mayoristas como spa de uñas y Distribuidoras de belleza, haciendo falta los datos de compras que se realizan por docenas o unidades promociones lanzadas por la empresa.

La empresa Perfect Nails estaba tiendo un promedio por unidades de 1000 mil unidades en 4

meses, esos datos por unidad han incrementado significativamente con el plan de marketing digital en este último mes podemos observar que estamos llegando a las mismas 1000 mil unidades en un mes.



Figura 7. Resultados 2022

4. Actuar

Con esta etapa se concluye el ciclo de la calidad: si al verificar los resultados se logró lo planeado, entonces se sistematizan y documentan los cambios; de lo contrario, se debe actuar rápidamente estableciendo planes de acción.

En vista de que la acción ha sido efectiva, Pero es necesario iniciar un nuevo ciclo para lograr llegar a una mejor segmentación de mercado más detalladas no solo para la ciudad de Ibagué si no a nivel nacional. De esta manera se sugiere para el siguiente plan y como mejora continua crear cuenta con la red social TikTok ya que es una de las redes sociales que hoy en día en el año 2022 es tendencia a nivel mundial. Con el fin de poder llegar a un mercado más grande y poder tener una gran apertura de público.

III. CONCLUSIONES

Hoy en día la gran mayoría hemos realizado compras en cualquier plataforma por eso una gran parte de las encuestas 65% han realizado compras por Tienda Online estos resultados que se obtuvieron reflejan lo que hoy en día es fuerte el marketing digital una empresa ya no es de obligación tener un punto físico para lograr

vender.

Actualmente, el marketing digital es una forma certera y de uso prácticamente obligatorio en todas las empresas, sin importar tamaño, sector o el lugar donde se encuentren.

Los avances tecnológicos los debemos de aprovechar para que la comunicación dentro de nuestros proyectos fluya de manera adecuada, generando el impacto que se desea.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia y especialmente mama con su experiencia sacamos este proyecto adelante, a la directora de Tesis, Ingeniera Lucia Esmeralda Aguilar quien marco cada etapa para este proyecto, la ingeniera Angela María Ospina y la ingeniera Natalia Molina que fue de gran importancia durante el proyecto haciendo parte del semillero ingeniería del valor.

REFERENCIAS

- [1] Arredondo, J. (2017) *El marketing digital: una solución estratégica para las microempresas.*
[Trabajo de grado especialización, Universidad Militar Nueva Granada] Repositorio Unimilitar.
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16196/ArredondoMoraJuanCamilo2017.pdf?sequence=1>
- [2] Puentes, M. y Rueda, E. (2016) Implementación de estrategia de marketing digital a pymes familiares de productos alimenticios de dulces artesanales colombianos [Trabajo de grado, Fundación universitaria los fundadores] Repositorio

libertadores.

<https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/838/RuedaCuestaElianaPatricia.pdf?sequence=2>

[3] Suarez, L (2 de marzo,2017) 6 herramientas digitales que impulsan tus ventas. Sitio web: <https://salesup.com/crm-online/cc-5-herramientas-digitales-que-impulsan-tus-ventas.html>

[4] SEOSVE. (2021).Técnicas de marketing digital. Sitio web:
<http://www.seosve.com/tecnicas-de-marketing-digital>

[5] Silva, L. (5 de marzo 2022) Cómo crear una página web para negocio y vender productos o servicios. [Archivo de video]
<https://www.youtube.com/watch?v=JdxoMjOKbQc>

[6] Vergara, F (26 diciembre 2019). Diferencias entre Campañas, Conjuntos de Anuncios y Anuncios en Facebook Ads [Archivo de video]
https://www.youtube.com/watch?v=OD_8tDRTtQA

[7] Vergara, F (3 agosto 2020). Calcula fácilmente el presupuesto de tus anuncios [Archivo de video]
<https://www.youtube.com/watch?v=zHRMp4EKk eY&t=1s>

[8] Viteri, F., Herrera, L., & Bazurto, A. (2018). Importancia de las técnicas del marketing digital. Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento., 2(1). Sitio web: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6732914>

[9] Zayas, A (9 de febrero,2022) Meta Business Suite, el análisis de métricas y tendencias. Sitio web: <https://www.saludiarario.com/meta-business-suite-el-analisis-de-metricas-y-tendencias/>

CONTROL BIOLÓGICO EN PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES. UNA REVISIÓN

BIOLOGICAL CONTROL IN AROMATIC AND MEDICINAL PLANTS. A REVIEW

Tenjo, Dolly^{1*}

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Transversal 31 # 12-38 Sur, Bogotá, Colombia

*correo electrónico del autor de correspondencia: dolly.tenjo@unad.edu.co

Resumen - El presente trabajo es una recopilación de investigaciones que identifican las plagas presentes en plantas aromáticas y medicinales y la capacidad antagonista de algunos microorganismos para su control biológico. Es una investigación documental en curso en el que se ha realizado una búsqueda bibliográfica de artículos científicos publicados desde enero de 2012 en revistas y bases de datos como ScienceDirect, Redalyc y Scielo utilizando los descriptores: Control biológico, fitopatógenos, plantas medicinales, plantas aromáticas.

Se seleccionaron los artículos cuyo objetivo y temática fuera el control biológico de una plaga en plantas aromáticas y/o medicinales. Se han identificado dos categorías frente a este tema: Fitopatógenos de plantas aromáticas y medicinal, en el que se identificaron los principales los organismos y síntomas que generan en las plantas aromáticas y medicinales, como lo son *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.*, *Corynespora cassiicola*; y, los mecanismos de antagonismo de algunos microorganismos ejercidos sobre fitopatógenos.

Se devela la falta de publicaciones frente al manejo de plagas de plantas aromáticas y medicinales con microorganismos rizosféricos y endófitos, asimismo, su caracterización, capacidad antagónica con el fin de identificar, alternativas amigables con el medio ambiente, que permitan la reducción del uso desmesurado de plaguicidas.

Palabras clave— Control biológico, fitopatógeno, plantas medicinales.

Abstract - This article presents the preliminary results of a documentary ongoing study. Different research articles published since January 2012 in databases and journals such as ScienceDirect, Redalyc, and Scielo were selected. The descriptors of biological control, phytopathogens, medicinal plants, and aromatic plants were taken into account as the criteria for the initial selection of the articles.

The papers that reported on the formal aspects of biological control of pests in aromatic and/or medicinal plants were chosen. Two categories have been identified: Phytopathogens of aromatic and medicinal plants in which the primary organisms and symptoms that they generate in aromatic and medicinal plants, such as *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.*, *Corynespora cassiicola*; and mechanisms of antagonism of some microorganisms exerted on phytopathogens.

The results also showed a shortage of publications regarding the management of pests on aromatic and medicinal plants with rhizospheric and endophytic microorganisms as well as their characterization, antagonistic capacity to identify, and environmentally friendly alternatives that allow the reduction of pesticide use.

Keywords— Biological Control, phytopathogenic, medicinal plants.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos científicos publicados desde enero de 2012 en ScienceDirect, Redalyc, Google académico y Scielo utilizando los descriptores: Control biológico, fitopatógenos, plantas medicinales, plantas aromáticas.

Los documentos encontrados fueron aproximadamente 1110 y 45 registros tras la combinación de las diferentes palabras clave.

Se seleccionaron aquellos documentos que informaban sobre los aspectos formales que debía contener el control biológico de una plaga en plantas aromáticas y/o medicinales.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La agricultura en Colombia tiene un papel importante en el desarrollo económico del país, contribuyendo con el 7.4% del Producto Interno Bruto (PIB) [1]. La variabilidad de pisos térmicos junto al potencial hídrico del país permite el desarrollo de diferentes cultivos, entre ellos las plantas aromáticas y medicinales. La agricultura se ha visto afectada por los hongos fitopatógenos debido a que causan entre el 20% y 40% de las pérdidas de producción por enfermedades en las plantas [2]. Habitualmente, el tratamiento de los fitopatógenos se realiza mediante el uso de agroquímicos los cuales generan contaminación de suelos, aguas y problemas de salud tanto en productores como consumidores, por lo que, el uso de organismos u sus productos metabólicos

(enzimas) toma importancia debido a la que no afecta la salud de las personas y evita los efectos nocivos de los productos químicos utilizados para controlar las plagas.

A continuación, se describen los diferentes organismos fitopatógenos que afectan las plantas aromáticas y medicinal, y los mecanismos de antagonismos utilizados por algunos microorganismos para ejercer control biológico sobre las plagas.

Fitopatógenos de plantas aromáticas y medicinal.

Las enfermedades en los cultivos de plantas son generadas, en algunos casos, por organismo conocidos como fitopatógenos, entre los que se encuentran hongos, virus, bacterias y parásitos. Estos organismos alteran las funciones fisiológicas de las plantas, afectando su normal funcionamiento, reduciendo su rendimiento y en algunos casos provocándoles hasta la muerte. A continuación, se presentan algunos de los principales fitopatógenos y los síntomas que generan en las plantas aromáticas y medicinales.

Rhizoctonia sp: presenta cuarteamiento en tallos de Tomillo; Pudrición basal por ataque en la albahaca [3].

Fusarium sp: Pudrición basal en albahaca y cardamomo. Asimismo, pudrición de raíz en plantas de estevia [4].

Corynespora cassiicola: manchas foliares y atizonamiento en plantas adultas de albahaca [5].

Mecanismos de control biológico ejercidos sobre fitopatógenos.

El control biológico de plagas consiste en el uso de organismos para disminuir la densidad de una población. De esta manera, se puede establecer el control biológico como el uso de organismos benéficos contra aquellos que causan daño. Teniendo en cuenta lo anterior se presentan los algunos mecanismos de control biológico utilizados por los organismos benéficos contra los fitopatógenos:

Amensalismo: relación entre dos poblaciones en la que una produce una sustancia que inhibe a la otra. Los principales mecanismos antagonistas utilizados por los géneros rizobacterianos contra hongos fitopatógenos son la síntesis de sustancias antimicrobianas, bloqueo de sitios de entrada o activación de mecanismos de defensa del hospedador, y producción de enzimas quitinolíticas, sustancias volátiles, y endoglucanasas [6]. Este tipo de interrelación negativa se puede encontrar al enfrentar las cepas de *R. tropici*, *Sinorhizobium spp.*, *Bradyrhizobium japonicum* las cuales inhiben hasta en un 50% el crecimiento de *F. oxysporum* [6]. Asimismo, se evidencia inhibición del desarrollo del micelio *R. solani* entre el 7.8% a 51.56% al enfrentarla a metabolitos volátiles producidos por cepas de *Trichoderma* [7].

Competencia: interacción entre dos o más organismos que requieren el mismo factor limitante (sustrato, espacio u oxígeno). Es así, como el hongo *T. harzianum* puede inhibir el crecimiento de los organismos objetivo a través de su capacidad para crecer mucho más rápido que los hongos patógenos, compitiendo así de manera eficiente por el espacio y los nutrientes [8]. Asimismo, este mecanismo se evidencia en cepas de *B. subtilis* que, al inducir el crecimiento vegetal, compite por sustrato, de esta manera, compite por el hierro (Fe+), uno micronutriente esencial en desarrollo de los organismos, logrando

así la inhibición del fitopatógeno *Alternaria spp* [9].

Parasitismo: Otro mecanismo de control de plagas es el parasitismo. Ejemplo de esto es la relación entre *R. solani* y *Pythium spp.* con *T. harzianum*, en la cual se presenta el crecimiento del micelio de *T. harzianum* en la superficie de los patógenos siempre enroscándose alrededor de su micelio y luego penetrando sus paredes celulares directamente sin formación de estructuras apresorias [8].

Consorcios microbianos: son asociaciones que se dan entre dos o más poblaciones de microorganismo, de diferentes especies o géneros, que actúan como una comunidad donde todos se benefician. Un ejemplo de ellos son los consorcios de bacterias endófitas de *Bacillus spp.* que estimulan la concentración de enzimas como la superóxido dismutasa, peroxidasa, polifenol oxidasa y fenilalanina amonia-lasa en las plantas aromáticas y medicinales, generando un mecanismo de defensa contra *F. oxysporum* y *R. solani* [10].

III. CONCLUSIONES

De este estudio se resalta la importancia de entender el mecanismo de acción antagonista que presentan los organismos con capacidad de ejercer control biológico para de esta manera poder identificar, seleccionar y mejorar el uso de estos. Asimismo, se evidenció la falta de investigaciones cuyo propósito sea identificar y determinar la capacidad antagonista de los microorganismos, plantas y sus productos en el control biológico de plantas aromáticas y medicinales.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de la autora a los investigadores aquí nombrados por su disciplina y rigurosidad. Asimismo, a mi familia por su

amor y comprensión.

REFERENCIAS

- [1] Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2022). Producto Interno Bruto. Medición con enfoque territorial.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2015/Presentacion_PIB_dptal_2021preliminar.pdf
- [2] Savary, S., Ficke, A., Aubertot, J. N., & Hollier, C. (2012). Crop losses due to diseases and their implications for global food production losses and food security.
<https://doi.org/10.1007/s12571-012-0200-5>
- [3] Instituto Colombiano de Agricultura. (2013). Cartilla ICA Plantas aromáticas y medicinales. Enfermedades de importancia y sus usos terapéuticos.
<https://www.ica.gov.co/getattachment/2c392587-f422-4ff5-a86f-d80352f0aa11/Plantas-aromaticas-y-medicinales-Enfermedades-de.aspx>
- [4] Leyva-Mir, Santos Gerardo, Gutiérrez-Salazar, Jennifer Dulce, Camacho-Tapia, Moisés, Aguilar-Pérez, Luis Alfonso, García-López, Elvis, & Tovar-Pedraza, Juan Manuel. (2018). Fusarium oxysporum, agente causal de la marchitez de estevia en Veracruz, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(1), 245-250.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.863>
- [5] López, D., López, M.. (septiembre, 2022). *Nuevos registros de hongos en albahaca blanca (Ocimum basilicum L.)* Fitosanidad, vol. 6, N(3), pp. 65-66 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba.
- [6] Blanco, E. & Castro, Y. (2021). Antagonismo de rizobacterias sobre hongos fitopatógenos, y su actividad microbiana con potencial biofertilizante, bioestimulante y biocontrolador. Revista Colombiana de Biotecnología, 23(1), 6-16. Epub August 10, 2021.<https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v23n1.84808>
- [7] Osorio Hernández, Eduardo , & López Santillán, José Alberto , & Hernández Castillo, Francisco Daniel, & Varela Fuentes, Sóstenes Edmundo, & Rodríguez Herrera, Raúl , & Estrada Drouaillet, Benigno (2016). Actividad antagónica de Trichoderma spp. sobre Rhizocto solani in vitro. Investigación y Ciencia, 24(67),5-11.
<https://doi.org/10.33064/iyccua2016672267>
- [8] Siameto, E. N., Okoth, S., Amugune, N. O., & Chege, N. C. (2011). Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of Trichoderma harzianum from Embu District, Kenia. Tropical and subtropical agroecosystems, 13(1), 81-90.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000400013&lng=es&tlang=en
- [9] Acurio R, Ñacato C, Valencia, M. Cepas autóctonas de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol in vitro de *Alternaria* spp. en *Brassica oleracea* var. itálica. *Bionatura*, 2018;3(2). doi: 10.21931/RB/2018.03.02.8
- [10] Castro-del Ángel, E., Hernández-Castillo, F., Gallegos-Morales, Gabriel, & Ochoa Fuentes, Yisa María. (2021). Bacterias endófitas y su efecto en la inducción de resistencia sistémica en el cultivo de frijol contra *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum*. *Biotecnia*, 23(3), 167-174. Epub 07 de marzo de 022.<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i3.1504>



Eje 3: Tecnologías y herramientas innovadoras en educación

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LA ESCUELA MILITAR DE SUBOFICIALES “SARGENTO INOCENCIO CHINCÁ”

SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION IN THE MILITARY SCHOOL FOR NCOs “SARGENTO INOCENCIO CHINCÁ”

Barrero, Julian^{1*}, Hernández, Monica², Salazar, Sebastián³

¹Escuela Militar de Suboficiales Sargento Inocencio Chincá, Fuerte Militar de Tolemaida, Nilo, Colombia

² Escuela Militar de Suboficiales Sargento Inocencio Chincá, Fuerte Militar de Tolemaida, Nilo, Colombia

³ Escuela Militar de Suboficiales Sargento Inocencio Chincá, Fuerte Militar de Tolemaida, Nilo, Colombia

*correo electrónico del autor de correspondencia

Julian.barrero.profesor@emsub.edu.co

Resumen - El presente capítulo resultado de investigación presenta una análisis y sistematización de los procesos de ciencia, tecnología e innovación que se desarrollan en la Escuela Militar de Suboficiales “Sargento Inocencio Chincá” la cual es la institución de educación superior que forma a los Suboficiales del Ejército Nacional de Colombia, en ella se cuenta con una Unidad de Investigación y grupo de investigación categorizado en C ante el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – MINCIENCIAS.

La Unidad de Investigación es el área encargada de la institución de liderar, desarrollar y promover todo lo que tiene relación a la investigación formativa y formal, desde los programas tecnológicos con los que cuenta la institución; Entrenamiento y Gestión Militar, Logística Militar, Gestión Pública, Criminalística de Campo y Derechos Humanos.

Así mismo también cuenta con diferentes semilleros de investigación, los cuales son espacios de aprendizaje para el desarrollo de la investigación formativa.

Palabras clave— Ciencia, escuela militar, ejército de Colombia, innovación, tecnología

Abstract - The present chapter resulting from research presents an analysis and systematization of the processes of science, technology and innovation that are developed in the Military School of NCOs "Sargento Inocencio Chincá" which is the institution of higher education that trains NCOs of the National Army. of Colombia, it has a Research Unit and research group categorized in C before the Ministry of Science, Technology and Innovation - MINCIENCIAS.

The Research Unit is the area in charge of the institution to lead, develop and promote everything related to formative and formal research, from the technological programs that the institution has; Military Training and Management, Military Logistics, Public Management, Field Criminalistics and Human Rights.

Likewise, it also has different research hotbeds, which are learning spaces for the development of formative research.

Keywords— Science, military school, Colombian army, innovation, technology

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se utiliza es cualitativa de tipo analítica, según (Taylor & Bogdan, 1987) definen la metodología cualitativa desde un sentido de investigación que produce la descripción de datos, personas y conductas, sea de manera escritura o verbal. desde la cual se utilizan técnicas e instrumentos de investigación como el análisis documental, la observación y la sistematización de experiencias. Como también lo menciona (Lopera, Ramirez, Zuluaga, & Ortiz, 2010) el método analítico se basa en el discurso, con base a entender, critica, contrastar, e incorporar análisis e intervención.

Desde el análisis documental se hace revisión, lectura y análisis de las directivas, lineamientos y documentos institucionales que regulan la investigación formativa y formal, entre ellos directivas institucionales emitidas por parte la Dirección de Ciencia y Tecnología de Ejército, el Reglamento de Investigación y Manual de Semilleros de Investigación de la Escuela Militar de Suboficiales “Sargento Inocencio Chincá”.

En la observación como lo cita (Fabbri, 2020) Es colocar la mirada ante un objeto y encontrar una relación concreta e intensiva entre el investigador y el hecho social, con el fin de obtener datos que se puedan analizar posteriormente para el desarrollo de la investigación, y la sistematización de experiencias, permitieron reconocer los registros que se generan y presentan en la memoria histórica de la Unidad de Investigación, desde la cual se ha llevado un registro de todos los procesos de ciencia, tecnología e investigación a nivel formativa y formal que se desarrollan en la institución, identificando consigo que los avances

y evolución que ha tenido con el tiempo y el crecimiento académico que ha aportado a los programas tecnológicos con los que cuenta la institución. La sistematización de experiencias permite obtener una visión común sobre lo vivido, los aciertos y desaciertos, los límites y posibilidades. Con miras a la obtención de un aprendizaje que pueda rescatar los procedimientos y resultados que son útiles. (Jara, 1994)

Se hace una segmentación del tiempo, desde el cual se ha realizado reconocimiento y registro del proceso investigación, la Unidad de Investigación desde el 2019, se ha consolidado en la cultura de investigación, no dejando de lado los años anteriores a este, pero desde la experiencia los autores se comprende el paso que se ha dado paulatinamente para el fortalecimiento de la ciencia, tecnología e innovación.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde los procesos de ciencia, tecnología e innovación que se desarrollan desde la Unidad de Investigación de la Escuela Militar de Suboficiales, se permite hacer seguimiento a los diferentes proyectos formales que se encuentran adscritos a la unidad, permitiendo posicionarlos como ante entes externos visibilizando las capacidades que tiene la institución.

El desarrollo de los semilleros de investigación como grupos y comunidades de aprendizaje, han permitido, que se desarrolle la generación de nuevo conocimiento a manera disciplinar, desde las áreas de cada programa académico, aportando a la formación que recibe el personal que se forma en la institución como Suboficial del Ejército

Nacional de Colombia, así como un aprendizaje para el personal militar y civil profesional, ya que el conocimiento desde la perspectiva de los autores es útil desde que se pueda transferir y sea útil en los diferentes contextos donde se pueda aplicar.

La investigación formativa y formal en la Escuela Militar de Suboficiales, se cumple desde un sentido estricto, con la meta de fortalecer la medición del grupo de investigación INTEMIL, con el que cuenta la institución del cual se ha mencionado anteriormente, los eventos académicos y científicos que también se desarrollan en la institución como el Encuentro Nacional e Internacional de Ciencia y Tecnología permiten el aseguramiento de la calidad y el aporte a la gestión de nuevo conocimiento y apropiación social del mismo.

Al mencionar la investigación formativa indudablemente se puede omitir a los semilleros de investigación con los que cuenta la institución, los cuales tienen la siguiente denominación;

Tecnología en Entrenamiento y Gestión Militar – Semillero “Inocencio Chincá”

Tecnología en Criminalística de Campo – Semillero “VESTIGIO”

Tecnología en Logística Militar – Semillero “SANTANDER”

Tecnología en Promoción y Aplicación de DIH y los DD.HH. en el Contexto Militar – Semillero “CHINCA HUMAN RIGTHS”

Tecnología en Gestión Pública - Semillero “VESTIGIO”

Gracias a estos procesos académicos durante el año 2022, se ha fortalecido el proceso investigativo entre estudiantes, docentes, personal administrativo y directivos, ya que a través de estas comunidades de aprendizaje se ha podido tener participación en eventos académicos, intercambios de conocimiento, divulgación y promoción de saberes a nivel nacional e internacional. Desde las modalidades virtual y presencial.

El grupo de investigación INTEMIL con el que cuenta la institución, ha recibido 4 categorizaciones durante las convocatorias de

medición dirigidas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación MINCIENCIAS, anteriormente COLCIENCIAS, obteniendo la Categoría en C, pero con las metas y propósitos claros de poder subir su categorización, a través de los diferentes productos de investigación generados por el personal de la Unidad de Investigación, con miras a Categoría B.

Las áreas y líneas de investigación establecidas por la Unidad de Investigación para direccionamiento de los procesos de ciencia, tecnología e innovación en la Escuela Militar de Suboficiales responden a las necesidades del contexto de la institución, siendo seguridad y defensa la primera, desde la cual se establece la razón de ser del Ejército Nacional, siendo garante de la protección del territorio Colombiano y sus ciudadanos, así mismo la segunda en educación, capacitación, entrenamiento y doctrina considerando la misión y visión de la Escuela, como formadora de los Suboficiales del Ejército Nacional.

Mediante la Dirección de Ciencia y Tecnología de Ejército DITEC, se tiene diferentes directivas, reglamentos y documentos desde los cuales se supervisa, vigila y controla el desarrollo de la investigación formativa y formal, entre ellas se menciona; la Directiva 000027 de Propiedad Intelectual, la Directiva 000153 para la organización y funcionamiento del Sistema de Ciencia y Tecnología, a nivel institucional Escuela Militar de Suboficiales se cuenta con un Reglamento de Investigación y un Manual de Semilleros. Bajo estas políticas y lineamientos se establece una ruta para el desarrollo de los procesos que dirige la Unidad de Investigación en los programas tecnológicos de la institución.

Investigar en el contexto militar va mas allá, de ver una asignatura y dar cumplimiento a un trabajo de grado, tiene que ver con la profundización y la búsqueda de la mejora constante de las necesidades del contexto y el aporte que puede hacer el personal militar desde su actuar para la protección y defensa de los derechos humanos y el derecho internacional humanitario, aportando desde la investigación y diseño de proyectos en mejoras ambientales, sociales, culturales, tecnologicas, etc. Que las

diferentes comunidades del territorio nacional necesitan y desde el Ejército ser actores de cambio y de aporte social.

III. CONCLUSIONES

Durante los ultimo 4 años de 2019 – 2022 la Unidad de Investigación de la Escuela Militar de Suboficiales “Sargento Inocencio Chincá” ha participado en múltiples eventos académicos nacionales e internacionales, logrando ocupar los primeros puestos a través de los procesos de investigación, ciencia y tecnología, con el diseño de prototipos, simulaciones, investigaciones sociales y humanas, entre otros. El termino de investigación formativa según lo menciona (Walker , 1992)Permite que a través de la investigación – acción se puedan aplicar, afinar y mejorar diferentes acciones y situaciones mientras están en desarrollo, permitiendo espacios de reflexión y aprendizaje.

Así mismo se ha hecho la generación de producción académica que ha permitido que entre letras queden publicados los diferentes temas de investigación desde los cuales se aborda la academia en la institución, para poder mostrar al público externo, que a un que se esté en un estamento militar, también se da el paso y se abren los espacios a la gestión de nuevo conocimiento interdisciplinario.

El compromiso y responsabilidad que tiene la Unidad de Investigación y el equipo de talento humano que la conforma, permite que la institución pueda estar al nivel de las instituciones de educación superior de la región y del país, siendo garante del cumplimiento de su misión desde la educación. La pedagogía tradicional y la pedagogía nueva han provocado una tensión entre la teoría y la realidad. Logrando un impacto critico que permite tomar las experiencias, para la transformación de las prácticas que se presentan en el contexto educativo. (Tedesco, 1999)

Por ello también la institución y los programas

tecnológicos que la integran, permiten que dentro de los planes de estudios se establezcan saberes (asignaturas) propios de investigación entre los cuales se cuenta; formación cultura para la investigación, seminario de investigación y prácticas de investigación, siendo acompañadas por habilidades comunicativas y expresión oral y escrita, para entre estas áreas formar íntegramente al estudiante en investigación.

La comunidad educativa de la Escuela Militar de Suboficiales, tiene el compromiso, disposición e interés de hacer investigación, basado en una cultura investigativa que permite fortalecer y desarrollar competencias profesionales para los egresados de la institución y que desde ahí puedan responder ante los retos y desafíos que la sociedad del conocimiento les imponga.

AGRADECIMIENTO

Escuela Militar de Suboficiales “Sargento Inocencio Chincá” – Unidad de Investigación

REFERENCIAS

- Fabbri, M. S. (2020). Las técnicas de investigación: la observación. Obtenido de <http://institutocienciashumanas.com/wp-content/uploads/2020/03/Las-t%C3%A9cnicas-de-investigaci%C3%B3n.pdf>
- Jara, O. (1994). Para sistematizar experiencias: una propuesta teórica y práctica. . Lima: Asociación de Publicaciones Educativas.
- Lopera, J. D., Ramirez, C. A., Zuluaga, M. U., & Ortiz, J. (2010). Método Analítico. Grupo de Investigación El método analítico y sus aplicaciones, 1-4.
- Taylor, S., & Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Paidos Iberica S.A.
- Tedesco, C. J. (1999). . La investigación educativa en América Latina. Revisión y estudios previos. México: Trillas.
- Walker , D. F. (1992). Methodological issues in educational research. New York: Macmillan.

ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA DE APOYO EN LA TRANSICIÓN A UNA EDUCACIÓN VIRTUAL

ELEMENTS FOR THE CONSTRUCTION OF A TECHNOLOGICAL SUPPORT TOOL IN THE TRANSITION TO VIRTUAL EDUCATION

Monroy, Juan^{1*}, Moreno, Pilar²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 5 No.1-08, Sogamoso, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Km 1 Vía Pantano de Vargas, Duitama, Colombia

*juan.monroy@unad.edu.co

Resumen - La Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, institución de educación superior pública en Colombia, en su misión resalta su compromiso de poder contribuir a la educación a través de la modalidad a distancia con metodología virtual, mediante el uso de una plataforma tecnológica en línea y un campus virtual, donde se llevan a cabo los diferentes procesos de formación, pedagógicos y académicos, ofreciendo una estructura de cursos en ambientes virtuales de aprendizaje, con diseños y estándares propios, que se vienen consolidando desde el año 2014.

Con esta referente resulta evidente que la comunidad estudiantil Unadista, que ingresa por primera vez, requiere de sistemas y herramientas de inducción y adaptación especiales que les ayuden en su ingreso y transición a la formación virtual a través de estos ambientes virtuales de aprendizaje.

Por ello, se adelanta un proyecto de investigación cuyo objetivo es la creación de un escenario de transición de una formación presencial a una formación virtual para los estudiantes de primera matrícula de la UNAD, y en este contexto, se presenta este artículo que describe parte de los resultados obtenidos dentro de la caracterización realizada al estudiante que ingresa, en donde se encuentran particularidades de la población, necesidades de formación, competencias previas, situaciones de accesibilidad, laborales y sociales, que permitieron identificar estrategias, recursos y elementos a tener en cuenta en la construcción de una herramienta tecnológica de apoyo en la transición a una educación virtual ni tablas.

Palabras clave— Desarrollo tecnológico, Software, Sistema de recomendación, Transición, Educación virtual, Entorno virtual de aprendizaje.

Abstract - In The National Open and Distance University UNAD, a public higher education institution in Colombia, in its mission indicates its commitment to contribute to education through the distance modality with virtual methodology, with the use of an online technological platform and a campus where the different training, pedagogical and academic processes are carried out, thus offering a structure of courses in virtual learning environments, with their own designs and standards, which have been consolidated since 2014.

With this reference, it is evident that the student community that enters the Unad for the first time requires special induction and adaptation systems and tools that help them in their entry and transition to virtual training through these virtual learning environments.

For this reason, a research project is being developed whose objective is to create a transition scenario from face-to-face training to virtual training for first-year UNAD students. This article describes part of the results obtained in the characterization made to new students where data on the population, training needs, previous skills, accessibility, work and social situations were found. All this allowed to identify strategies, resources and elements for the construction of a technological support tool in the transition to virtual education.

Keywords— Technological development, Software, Recommender system, Transition, Virtual education, Virtual learning environment.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo presentado, parte de la revisión y análisis de los resultados de una prueba de caracterización que presenta todo estudiante nuevo, cuando ha superado su proceso de matrícula. La prueba busca recoger aspectos de diversa índole, que permitan entre otras cosas: contar con un perfil detallado del estudiante para agruparlo de acuerdo a sus condiciones y así configurar una serie de estrategias, recursos y actividades que se ajusten a sus condiciones y contexto; y lograr la nivelación de las competencias básicas que debe reunir para iniciar su proceso de formación. [1]

Para lograr el objetivo propuesto - consolidar los elementos para la construcción de una herramienta tecnológica de apoyo en la transición a una educación virtual, producto central de la investigación en curso -, se tomaron las respuestas dadas por los estudiantes en las pruebas de caracterización aplicadas en los períodos 16-04 y 16-05 del año 2021, definiendo tres líneas de análisis: 1) la condición de entrada de los estudiantes, 2) las habilidades que ha desarrollado para aprender a aprender y 3) las competencias con las que cuenta al ingresar y que le sirvan para su proceso de aprendizaje.

A continuación, se describen los materiales y métodos utilizados, para el correspondiente análisis.

A. Prueba de caracterización

Consiste en una prueba que se aplica a los estudiantes de primera matrícula con el propósito de identificar el perfil de ingreso, sus competencias básicas y generales, a fin de establecer estrategias pedagógico - didácticas y de acompañamiento pertinentes que contribuyan al desempeño exitoso del estudiante en la modalidad de educación abierta y a distancia, y en los ambientes virtuales de aprendizaje. [2]. La prueba es de carácter obligatorio y no condiciona su ingreso. [3].

B. Estructura de la prueba

La prueba busca caracterizar al estudiante a partir de 16 aspectos centrales, en cada uno de los cuales se presentan un número de ítems que buscan recopilar información sobre cada grupo. Los aspectos centrales de dicha prueba se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 – Estructura de la prueba de caracterización

Aspectos solicitados	# ítems
Datos personales	22
Grupos poblacionales	12

Datos familiares	11
Datos académicos	11
Equipos con que cuenta para acceder al campus	11
Formas de aprender la información que consulta	5
Datos laborales	12
Actividades deportivas o recreativas	9
Actividades artísticas o culturales	9
Géneros de danza	4
Emprendimiento	3
Estilo de vida saludable	2
Proyecto de vida	1
Medio ambiente	5
Psicosociales	11
Competencias (Alto, Medio, Bajo)	7

te para aprender a aprender		familiares o docentes a través de internet	cursos virtuales, situación laboral y tiempo de dedicación
3. Competencias con las que cuenta el estudiante al ingresar y que le sirven para su aprendizaje	Competencias (Alto, Medio, Bajo)	Competencias digitales Lectura crítica Razonamiento cuantitativo Inglés Biología Física Química	Edad, sexo, estrato, programa, modalidad colegio, tiempo sin estudiar, experiencia cursos virtuales, situación laboral y tiempo de dedicación

C. Selección de aspectos para el análisis

De los anteriores puntos que recoge la prueba, se seleccionaron aquellos aspectos e ítems, que directamente ayudan a establecer los elementos para la construcción de la herramienta tecnológica de apoyo en la transición a una educación virtual, centrados en tres categorías de análisis, explicadas a través de la Tabla 2, así:

Tabla 2. Categorías de análisis

Categoría	Aspectos prueba	Ítems concretos	Grupos análisis
1. Condiciones de entrada de los estudiantes	Equipos electrónicos con los que cuenta para acceder al campus virtual de la UNAD	Computador escritorio Computador portátil Tableta Teléfono inteligente Servicio de energía eléctrica Servicio de Internet Uso de plataformas virtuales Manejo de paquetes ofimáticos Participación en foros virtuales Manejo de formatos de archivos digitales Uso correo electrónico	Edad, sexo, estrato, programa, último nivel de estudio, tiempo sin estudiar, experiencia con cursos virtuales, situación laboral y tiempo de dedicación para las actividades
2. Habilidades previas que ha desarrollado el estudiante	Formas de aprender la información que consulta	Texto Vídeo Organizadores gráficos Animaciones Medios de comunicación con amigos, conocidos,	Edad, sexo, estrato, programa, modalidad colegio, tiempo sin estudiar, experiencia

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los resultados obtenidos, de las diferentes categorías de análisis y cruces de datos, la atención se centra en la siguiente información, para cada categoría:

A. Condiciones de entrada de los estudiantes

Estas condiciones se configuran a partir de la indagación que se hace en la prueba de caracterización frente a “Con cuáles equipos electrónicos cuenta para acceder al campus virtual de la UNAD”, respuestas que permiten identificar los dispositivos más usados, requerimientos de hardware, tipos de herramientas digitales y medios de comunicación en línea, que se deben tener en cuenta para la construcción del escenario tecnológico.

De las respuestas que se obtienen frente a este ítem se resaltan algunas, como:

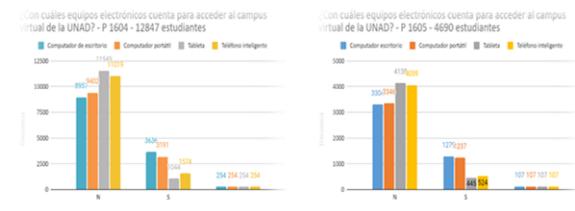


Figura 1. Pregunta: ¿Con cuáles equipos electrónicos cuenta para acceder al campus virtual de la UNAD?

De acuerdo con la Figura 1, los equipos electrónicos con los que cuenta el estudiante destinados al ingreso al campus virtual de la Unad, tanto para el periodo 16-04 y 16-05 son las tabletas (90% - 88%) y teléfonos inteligentes dentro de los mayores porcentajes (86% - 87%), seguidos de computador portátil (75% - 71%) y finalmente el computador de escritorio (70% - 70%).

En la figura 2, el análisis de uso del correo electrónico, indica que se tiene una población estudiantil para el periodo 16-04 del 60% que lo usa de manera permanente, 25% con un uso frecuente, 12% con un uso ocasional y 0% que no lo usa. De manera similar, las respuestas de los estudiantes del periodo 16-05, el 61% que lo usa de manera permanente, 24% con un uso frecuente, 13% con un uso ocasional y 0% que no lo usa.

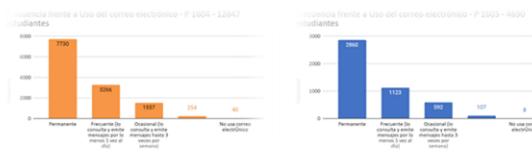


Figura 2. Pregunta: ¿Frecuencia frente al uso del correo electrónico?

B. Habilidades previas que ha desarrollado el estudiante para aprender a aprender

Considerando la autonomía, como una de las características que se busca fortalecer en el proceso de formación de los estudiantes Unadistas, las habilidades de aprender a aprender con las que llega el estudiante se convierten en un elemento importante a considerar para que a partir de ellas se puedan proyectar los recursos y herramientas necesarios para fortalecer los procesos formativos.

A continuación, se relacionan algunos análisis relevantes, frente a esta característica:



Figura 3. Pregunta: ¿la información que consulta la aprende mejor con?

De acuerdo con la Figura 3, los estudiantes manifiestan que logran mejor aprendizaje de la información que consulta si ésta se presenta de manera multimedial, es decir en forma de video, animaciones y en segundo orden si la información la reciben en forma de texto u organizadores gráficos; para el periodo 16-04 de los 12847 estudiantes 12249 que corresponden 95.34%, prefieren la consulta de la información con video, en animaciones el 82% y en formato de texto 81.71%; situación que se presenta de manera similar en el periodo 16-05 donde de los 4690 estudiantes 4445 que corresponden al 94.77%, prefieren la consulta de la información con video, en animaciones el 82.06% y en formato de texto 82.13%.

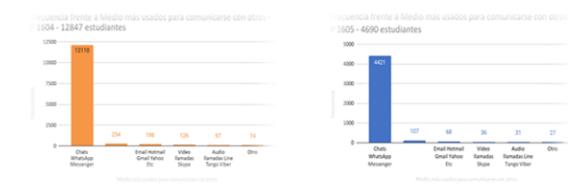


Figura 4. Pregunta: ¿Cuál es el medio utilizado para comunicarse con amigos, conocidos a través de internet?

En la Figura 4, frente al análisis del medio más utilizado por la comunidad de estudiantes de primera matrícula, tanto para el periodo 16-04 como para el periodo 16-05, se presenta la situación de que el 94.26% emplean como medios de comunicación digitales Chat, Whatsapp y Messenger.

C. Competencias con que cuenta el estudiante al ingresar que sirven para su aprendizaje

Por supuesto, que las competencias con las que llega la población estudiantil a la universidad se convierten en el tercer aspecto que busca configurar los elementos a tener en cuenta para el desarrollo de la herramienta tecnológica. Este análisis, se realiza a través de las respuestas dadas a la pregunta sobre “Competencias con que cuenta el estudiante y que le sirven para su aprendizaje”, las cuales están clasificadas hacia las áreas de: Competencias digitales, Lectura crítica, Razonamiento cuantitativo, Inglés, Biología, Física, Química y son valoradas en 3 escalas:

Alto, Medio, Bajo. Estos elementos cierran esa caracterización que permite perfilar el escenario de transición sobre el cual se debe trabajar.

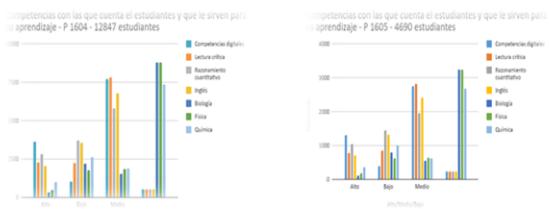


Figura 5. Pregunta: ¿Con cuáles competencias cuenta que le sirven para su aprendizaje?

Según el análisis mostrado en la figura 5, se encuentra que los estudiantes de primera matrícula tanto del periodo 16-04 como del periodo 16-05 manifiestan disponer de competencias digitales 60% - 59% y lectura crítica 61% - 60%, en una escala Media, seguida de competencias en inglés y lectura crítica. Contrario a las competencias en Biología, Física y Química en las cuales los porcentajes son bajos en cada escala (Media, Alto y bajo) y se presenta un volumen alto de estudiantes que no dieron respuesta del nivel que tienen en cada una de estas áreas: 68% Biología, 68% Física, 57% Química para el periodo 16-04 y 69% Biología, 69% Física y 57% Química para el periodo 16-05.

III. CONCLUSIONES

Debe resaltar las aportaciones más importantes del trabajo de investigación.

A partir del estudio realizado sobre los diferentes análisis y cruces de datos, efectivamente, se concluye que las tres categorías de análisis: 1) la condición de entrada de los estudiantes, 2) las habilidades que ha desarrollado para aprender a aprender y 3) las competencias con las que cuenta al ingresar y que le sirvan para su proceso de aprendizaje, permitieron proyectar los elementos a tener en cuenta para la herramienta tecnológica que servirá como escenario de transición de la formación presencial a virtual, que se espera desarrollar y que dará respuesta a esta caracterización de estudiantes.

Frente a las condiciones de entrada de los estudiantes, se concluye lo siguiente:

De las características relevantes dentro del proceso de transición de una formación presencial a una virtual, está el hecho de que más del 75% de los estudiantes tiene acceso a equipos portátiles, tablets y teléfonos inteligentes, por tanto, el escenario que resulte de la investigación, debe tener presente este recurso, tomando como requisito que el desarrollo sea diseñado para funcionar en equipos portátiles, celulares y dispositivos inteligentes, ya que son las herramientas con las que cuentan los estudiantes de primer periodo académico.

Se encontró, que sólo entre el 2 y 6% de los estudiantes cuentan con servicio de internet entre 1 y 2 días a la semana, el resto de porcentaje dispone del servicio más del 65% de manera ininterrumpida, de igual forma en cada uno de los centros se cuenta con salas de cómputo con servicio de internet disponibles para los estudiantes, lo que permite tener la certeza que el escenario pueda diseñarse bajo ambiente web, ya que los estudiantes contarán con la infraestructura que permite el acceso a internet.

Dentro de las experiencias previas que pueden tener los estudiantes con recursos empleados en espacios virtuales, tanto para el periodo 16-04 como para el periodo 16-05 se pueden señalar: el trabajo previo con plataformas virtuales (62% y 65%), el uso de paquetes ofimáticos (85%), el manejo de la conversión de archivos digitales a otros formatos (74%) y el uso del correo electrónico, donde el 100% manifiesta usarlo, con diferencia en la frecuencia de su uso. Se analiza también, la no participación de los estudiantes en foros virtuales con un 55% y 51%, respectivamente.

De acuerdo con lo anterior, el escenario de transición de una formación presencial a un a virtual debe tener en cuenta como elemento esencial de comunicación el correo electrónico, ya que es un elemento que el 100% de los estudiantes lo emplea. Además, puede considerarse el uso de archivos en diferentes formatos digitales para presentarles información de su interés, ya que manifiestan su conocimiento.

En cuanto a las habilidades que ha desarrollado el estudiante para aprender a aprender, en su experiencia previa, se puede concluir que logra un mejor proceso de aprendizaje de la información que consulta, cuando dicha información se presenta de manera multimedial, incluyendo en esos ítems el formato de video, y animaciones, recursos que deben ser tenidos en cuenta a la hora del diseño del escenario de transición.

Al revisar los medios de comunicación más empleados por la población estudiantil, se encontró que el uso de chat, Whatsapp y Messenger cuenta con un 94.26% de favorabilidad, elementos que deben tenerse en cuenta y ser parte del escenario que se diseñe para lograr esa transición de la formación presencial a la virtual.

En cuanto a las competencias que manifiestan tener los estudiantes para el aprendizaje, es importante indicar que el escenario que se diseñe debe contextualizarse frente a la “Competencia digital” manifiesta en una escala Media y que muy seguramente tiene que ver con su dominio en el manejo de los equipos electrónicos con los que cuentan, tablets, computadores portátiles, y móviles, de forma tal que el acceso a ese escenario debe orientarse a aplicaciones con características especiales para esos dispositivos.

Como dato adicional, es importante indicar que 254 estudiantes del periodo 16-04 no contestaron la mayoría de los ítems de la prueba de caracterización y 107 estudiantes no contestaron en el periodo 16-05.

Finalmente, se reitera que, el escenario de transición de una formación presencial a una formación virtual, debe configurarse de manera tal que dé respuestas a las tres categorías de análisis establecidas y que a la vez se puedan aprovechar tanto las condiciones e infraestructura de la universidad, como las características propias de los estudiantes.

Una conclusión podría extender la importancia del trabajo o podría hacer pensar en aplicaciones y extensiones. Evitar reproducir lo descrito en el resumen.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan sus agradecimientos a las diferentes unidades y dependencias que permitieron el acceso a la información y datos de la prueba de caracterización realizada a los estudiantes de primera matrícula de la UNAD, especialmente a la Consejería Académica y a la ECBTI, en las cadenas de Sistemas y ETR.

REFERENCIAS

- [1] Acevedo Velandia, S. J. (2020). La Consejería Académica apuesta organizacional y académica por la permanencia exitosa en la UNAD. Congresos CLABES, 1272-1278. Recuperado a partir de:
<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/2774>
- [2] Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. (2020). Caracterización del ciclo de vida del estudiante de la UNAD. Recuperado de:
<https://sig.unad.edu.co/acerca-del-sig>
- [3] Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. (2013). Reglamento Estudiantil de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

EL JUEGO COMO ESTRATEGIA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS DEL PENSAMIENTO LÓGICO Y DEL RAZONAMIENTO CUANTITATIVO EN TIEMPOS DE PANDEMIA

THE GAME AS A STRATEGY TO STRENGTHEN THE SKILLS OF LOGICAL THINKING AND QUANTITATIVE REASONING IN TIMES OF PANDEMIC

Salas, Carlos^{1*}, Trujillo, Nayives²

¹Universidad Nacional Abierta y a distancia, Av. El Libertador # 30 - 320, Santa Marta, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a distancia, Av. El Libertador # 30 - 320, Santa Marta, Colombia

Carlos.salas@unad.edu.co

Resumen

Desarrollar competencias lógico matemáticas es importante porque le permite al hombre poner en orden sus pensamientos, expresarlos con claridad, realizar interpretaciones o deducciones correctas, descubrir falsedades y prejuicios, y asumir actitudes críticas antes determinadas situaciones.

En el ejercicio de docente-mediador hemos evidenciamos la necesidad de innovar en la manera de orientar matemáticas sobre por el cambio sorpresivo que implico la pandemia, situación que nos ha obligó a rediseñar los ambientes de aprendizaje, teniendo claro a través de la experiencia, que sólo cuando se logre que el estudiante interactúe tanto con el orientador como del objeto de aprendizaje sin ningún tipo de temor, que sean capaces de lanzarse a participar dentro de los procesos sin prejuicios de equivocación, tabúes, angustias, etc., se mejorarán significativamente los resultados, así como también la percepción que tienen nuestros estudiantes frente a este tipo de cursos.

Así, el juego como estrategia para fortalecer las competencias del Pensamiento lógico y del razonamiento cuantitativo, se viene empleando como un conjunto de estrategias sincrónicas y asincrónicas para mejorar los niveles de desempeño de los estudiantes de la Educación Superior, procurando la integración entre los estudiantes y disminuir los índices de deserción y de reprobación.

Palabras clave: Competencia, comprensión, estrategia, lógica, juego, razonamiento.

Abstract

Developing logical-mathematical skills is important because it allows man to put his thoughts in order, express them clearly, make correct interpretations or deductions, discover falsehoods and prejudices, and assume critical attitudes in certain situations.

In the exercise of teacher-mediator we have evidenced the need to innovate in the way of guiding mathematics due to the surprising change that the pandemic implied, a situation that has forced us to redesign learning environments, being clear through experience that only when the student is able to interact with both the counselor and the learning object without any type of fear, that they are capable of launching themselves to participate in the processes without prejudices of mistake, taboos, anxieties, etc., will the results be significantly improved. results, as well as the perception that our students have regarding this type of course.

Thus, the game as a strategy to strengthen the skills of logical thinking and quantitative reasoning, has been used as a set of synchronous and asynchronous strategies to improve the performance levels of Higher Education students, seeking integration between students and reduce dropout and failure rates.

Keywords: Competence, understanding, strategy, logic, game, reasoning

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se puede dividir en 2 fases la implementación de la estrategia dado que la misma fue comenzada en el 2019 como una estrategia complementaria para estudiantes de modalidad virtual que evolucionó debido a la pandemia del 2020 limitó el espacio físico.

1.1 Experiencia in situ

Desarrollar estrategias en donde los estudiantes realicen actividades lúdicas conjuntas y jueguen puede generar procesos positivos en su aprendizaje como por ejemplo, aprender a resolver problemas, fortalecer relaciones de grupo, fortalecer la autoconfianza [1]. En el caso puntual del aprendizaje de las matemáticas Alsina [2] y Farias [3] sostiene que las actividades lúdicas no solo motivan mucho al alumno, sino que lo llevan involucrarse y posiblemente a tener un aprendizaje significativo.

Teniendo en cuenta lo mencionado y las metas del curso planteadas en el plan de estudio resaltando

elementos como: analizar la taxonomía textual de las formulaciones lógicas dentro de una estructura discursiva, aplicar los procesos de la cognición humana para formalizar razonamientos, opiniones y juicios mediante herramientas y métodos de comprobación del conocimiento y resolver situaciones hipotéticas o reales del contexto cotidiano llevando a cabo procesos de valoración del pensamiento crítico. se decide junto con los estudiantes que simultáneamente al desarrollo de los temas propuestos en el curso, se identifiquen las debilidades o elementos que impidan la consecución de estas y se propenda por su fortalecimiento mediante diversas actividades creativas. Es así como juegos de entrevistas, concéntrase, lecturas, sudokus, acertijos lógicos, tangram, desafío de pares entre otros se convirtieron en el ingrediente principal que alimentaba y enriquecía cada encuentro con los estudiantes.



Figura 1. Actividad de fortalecimiento de competencias lógico matemáticas in situ



Figura 2. Actividad frases lógicas in situ

Las actividades se desarrollaron con estudiantes del curso lógica matemática y pensamiento lógico matemático de la unad citas por conceptos de franjas de atención y cipas.

1.2 Experiencia mediada por tecnología

La situación de salud mundial presentada en el año 2020 arrojo a las instituciones de educación superior el reto de seguir haciendo actividades académicas de fomento y motivación al aprendizaje, sin contar con la posibilidad de hacer encuentros presenciales para las mismas . Lo anterior mencionado motiva a generar una estrategia mediada para mediante el juego fomentar competencias de pensamiento lógico.

La estrategia se enmarco en forma de desafío que nos permitiera jugar con los estudiantes, repasar la temática del curso, propiciar espacios de integración y participación, es decir, organizar al final del período académico un desafío tipo olimpiadas, que procure el enfrentamiento entre estudiantes de diferentes ciudades, donde se confronten sus habilidades y se identifiquen aspectos que deben mejorarse.

Es así, como inspirados en el propósito anterior, se ha organizado el primer desafío zonal, y con la participación de más de 400 estudiantes de diferentes ciudades e integrados en diferentes equipos.

La metodología de desarrollo para el día del evento se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Inicio y presentación del evento.
- Gran Lanzamiento, inauguración en español e inglés, con una edición prestablecida que garantice calidad y nitidez a los participantes, además, permita jugar con la sincronía, asincronía y todo aquello que hoy nos lo nos permita las herramientas digitales.

• Presentación de los equipos

Ya constituidos los equipos, a través de diferentes juegos apoyados en plataformas digitales, se enfrentaron los equipos. En la medida que se desarrolla el concurso, se presentaron informes de resultados parciales de los puntos de los equipos. En el transcurso de la jornada se hicieron notas interesantes y curiosas sobre las matemáticas, presentadas por matemáticos reconocidos en un tiempo no superior a 3 minutos.

- Se revisaron los resultados finales por equipos y los grupos que obtengan los mejores puntajes pasaron a la gran final.

- Descanso antes de pasar a la gran final.
- Gran final: Por medio de un cuestionario se evaluarán las respuestas finales del equipo y se hará la premiación al equipo con el mayor puntaje.

• Palabras de cierre y agradecimiento

Con esta experiencia se buscaba:

- Fortalecer competencias de pensamiento lógico de forma virtual
- Generar interacción con los estudiantes de forma mediada
- Aprovechar las facilidades que brinda las nuevas tecnologías para integrar estudiantes y docentes de diferentes zonas y regiones

El resultado de la convocatoria se muestra en la figura 3

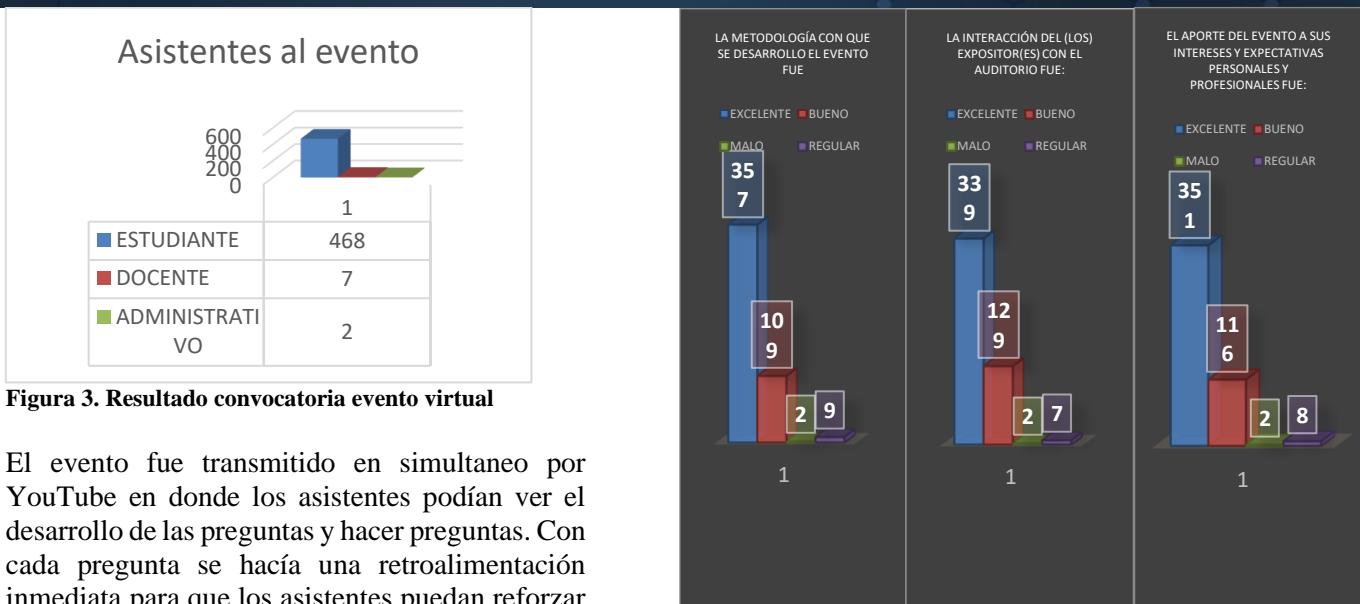


Figura 3. Resultado convocatoria evento virtual

El evento fue transmitido en simultáneo por YouTube en donde los asistentes podían ver el desarrollo de las preguntas y hacer preguntas. Con cada pregunta se hacía una retroalimentación inmediata para que los asistentes puedan reforzar sus conocimientos. La transmisión en vivo se deja abierta para que los estudiantes que no se conectaron puedan ver la dinámica de forma asincrónica , lo que permite convertir también el concurso en un recurso adicional



Figura 4. Evidencias de conexión juegos y participantes (https://www.youtube.com/watch?v=G58_5MpKOuM)

II. Resultados y Discusión

después de desarrollar la estrategia se busco medir a parte de la participación (figura 3), se deseaba medir en los participantes la favorabilidad de la estrategia, para ello se evaluó el desafío en diferentes ítems acorde a los lineamientos unad de evaluación de eventos y actividades

El desarrollo del evento demostró que es posible hacer estrategias mediadas con excelente porcentaje de favorabilidad por parte de los estudiantes a las mismas.

III. Conclusiones

La estrategia “El juego como estrategia para fortalecer las competencias del Pensamiento lógico y del Razonamiento cuantitativo”, fue construido en el proceso de la aplicación de una nueva experiencia pedagógica, tendiente a solucionar en el estudiante dificultades en el alcance de metas establecidas el plan de curso, con el aporte de todos los que de una u otra forma participamos de clases de Pensamiento lógico.

El éxito de la experiencia se debe entre otras cosas, al proceso de reflexión permanente con los estudiantes del curso. Es así como las actividades que se diseñan surgen de las dificultades que ellos identifican en la medida que avanzaba el curso, mediante un proceso permanente de autoevaluación. De otra parte, el día de juegos,

hubo dos momentos claves: El recorrido por los instrumentos elaborados como recursos, recibir las críticas y sugerencias respetuosas de parte de sus compañeros. Asimismo, al terminar cada juego, se hizo la respectiva retroalimentación, procurando de esta forma que la experiencia cumpliera un papel formativo y evaluativo, identificando errores y brindando aclaraciones pertinentes. Al final del evento, se evaluó nuevamente nuestro trabajo y se plantearon sugerencias para ser tenidas en cuenta en el próximo desafío.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos tanto a la red de curso de pensamiento lógico matemático como el liderazgo nacional de ciencias básicas por su apoyo para la implementación de las estrategias como también a las diferentes direcciones de centro para su implementación

REFERENCIAS

- [1] A. Miller. "Don't Forget to Play!" Edutopia. <https://www.edutopia.org/blog/dont-forget-to-play-andrew-miller>
- [2] A. ALSINA, Desarrollo de competencias matemáticas con recursos lúdico-manipulativos para niños y niñas de 6 a 12 años. MADRID, 2004.
- [3] d. farias y f. Rojas, "Estrategias lúdicas para la enseñanza de la matemática en estudiantes que inician estudios superiores", paradigma, vol. 31, n.º 2, 2010.

EXPERIENCIA SIGNIFICA DE INVESTIGACIÓN EN EL DESARROLLO DE UN MODELO DE IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE AUTOMÓVILES Y MOTOCICLISTAS PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES DE TRÁFICO A TRAVÉS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN CIUDADES INTELIGENTES

EXPERIENCE MEANS RESEARCH IN THE DEVELOPMENT OF A MODEL FOR THE IDENTIFICATION AND TRACKING OF AUTOMOBILES AND MOTORCYCLISTS FOR THE MEASUREMENT OF TRAFFIC VARIABLES THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SMART CITIES

González, Ricardo^{1*}, García, Sandra², Mateus, Paola³

¹Fundación Autónoma de Colombia, Calle 12b #4-68, Bogotá, Colombia

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

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

*gonzalez.ricardo@fuac.edu.co

Resumen – Dentro del Marco de la Convocatoria Numero 30 de la Fundación Universidad Autónoma de Colombia, en alianza con la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) se desarrolló el proyecto “Modelo de identificación y seguimiento de automóviles y motociclistas para la medición de variables de tráfico a través de inteligencia artificial en ciudades inteligentes”. Donde mediante técnicas de visión por computadora, procesamiento de imágenes y video, y técnicas supervisadas de aprendizaje, se logra simular el flujo del tránsito en cruces de alta densidad vehicular e identificar actores viales como son las motocicletas y vehículos. En una experiencia significativa de investigación con los semilleros, se desarrolla tres proyectos que apoyan la evolución del proyecto macro, partiendo desde la capacitación de los estudiantes en el área de tratamiento de imágenes e inteligencia artificial, se articula en un marco de referencia para una ciudad inteligente como Bogotá, basado en gestión del conocimiento. Todo lo anterior, con el fin de crear y mejorar infraestructuras para los ciudadanos, englobando medios de transporte, ahorro

energético, contribuyendo en beneficio del medio ambiente, optimización de los servicios público, sostenibilidad y eficiencia en todos sus aspectos.

Palabras clave— Visión por computadora, inteligencia artificial, tratamiento de imágenes, segmentación, gestión del conocimiento, ciudades inteligentes.

Abstract - Within the framework of Call Number 30 of the Fundación Universidad Autónoma de Colombia, in alliance with the Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), the project “Model for the identification and monitoring of automobiles and motorcyclists for the measurement of traffic variables at a through artificial intelligence in smart cities”. Where through computer vision techniques, image and video processing, and supervised learning techniques, it is possible to simulate the flow of traffic at high density vehicle intersections and identify road actors such as motorcycles and vehicles. In a significant research experience with the seedbeds, three projects are developed that support the evolution of the macro project, starting from the training of students in the area of image processing and artificial intelligence, articulated in a frame of reference for a city smart as Bogotá, based on knowledge management. All of the above, in order to create and improve infrastructure for citizens, encompassing means of transport, energy saving, contributing to the benefit of the environment, optimization of public services, sustainability and efficiency in all its aspects.

Keywords— Computer vision, artificial intelligence, image processing, segmentation, knowledge management, smart cities.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La problemática de la movilidad de automóviles y motos en este proyecto se enmarca dentro del concepto de ciudades inteligentes “Smart City”, donde el propósito final es alcanzar la gestión eficiente en todas las áreas de la ciudad (urbanismo, infraestructuras, transporte, servicios, educación, sanidad, seguridad pública, energía, etc.), satisfaciendo a la vez las necesidades de la urbe y de sus ciudadanos [1].

Desde el semillero se plantea tres propuestas de investigación que da respuesta a la construcción del modelo planteado, para ello se capacita a un grupo de estudiantes en el área de tratamiento de imágenes e inteligencia artificial, con el fin de brindar las competencias que le permitan generar una solución. Un primero proyecto identifica los automóviles [2], el segundo las motos [3], y el tercero mide el nivel de tráfico[4].

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestra un breve recuento de los resultados obtenidos para cada uno de los proyectos.

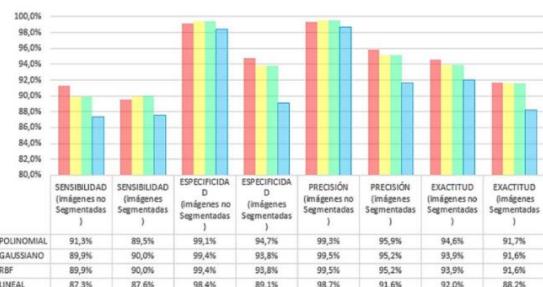


Figura 1. Resultados de los clasificadores para todos los tipos de kernel aplicando imágenes segmentadas y sin segmentar [2].



Figura 2. Etapas de la máquina de soporte vectorial para la identificación de automóviles. [2].

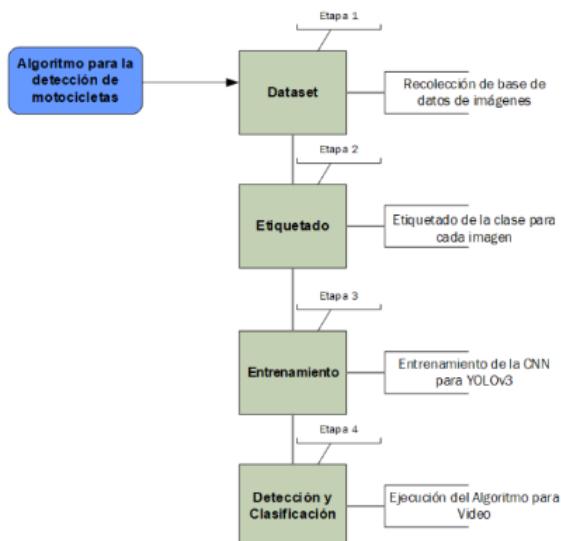


Figura 3. Diagrama de las etapas del proceso para el desarrollo del algoritmo para la detección de Motocicletas [3].



Figura 2. Detección de motos en avenida 30 de la ciudad de Bogotá. Se puede observar que, de los objetos presentes en la imagen, el

algoritmo detectó 3 motocicletas con unos porcentajes de predicción del 97%, 100% y 100% respectivamente de izquierda a derecha [3].

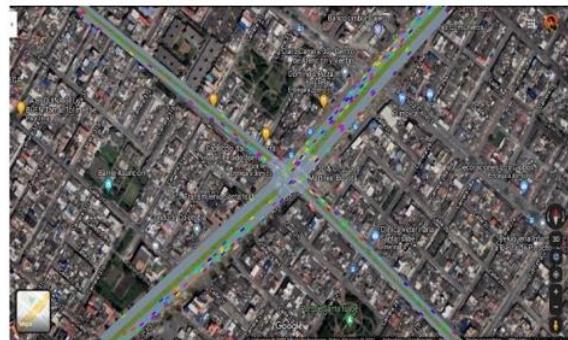


Figura 11. Simulación Anylogic. Aumento 10% en el tiempo del semáforo [4].

III. CONCLUSIONES

La clasificación de imágenes de vehículos sin segmentar, y con diferentes condiciones de iluminación y saturación de color, mostró que el calificador basado en SVM y características de HOG tiene un rendimiento en cuanto a precisión, exactitud, especificidad superiores a 90% esto debido a que extrae características de forma [2].

Los resultados obtenidos en este sistema de identificación de motos se basaron en la ejecución del modelo en dos ambientes de prueba con condiciones diferentes. Para el primer caso se utilizó el video de una cámara en movimiento desde varios ángulos grabada en una de las calles de la ciudad de Bogotá y se obtuvo un 94.73% de precisión en las detecciones de motocicletas, con una exactitud del 88.88%. En el segundo caso se empleó el video de una de las cámaras CCTV (Círculo Cerrado de Televisión) fija, que se encuentran ubicadas en diferentes lugares y avenidas principales de la ciudad. Para este caso los resultados obtenidos fueron de un 83.33% de precisión en el reconocimiento de motocicletas y un 80.43% de exactitud [3].

La ciudad de Bogotá va en camino en

afianzarse como una ciudad inteligente y sostenible con ayuda de las TIC, puesto que cuenta con la tecnología y las instituciones necesarias para avanzar en este camino. En cuanto a la movilidad la implementación de semáforos inteligentes que permitan disminuir los tiempos de recorrido no presenta avances.

Ahora bien, el uso de herramientas como la inteligencia artificial y simuladores de tráfico permiten mejorar los tiempos de recorrido o viaje. La herramienta Anfis permitió modelar el sistema lineal y mostrando un control adaptativo con la lógica difusa para la semaforización de la intersección de la carrera 30, con la

herramienta de Anylogic se realizó la simulación con una tasa de error entre el 10% y 30 %, tanto para el aumento del tiempo del semáforo como para el número de vehículos manteniendo una velocidad constante de 50 km/h. Se observó en la simulación que al aumentar el tiempo en el semáforo en las tasas de error del 10% y 30%, se despejaban las vías a diferencia de lo que sucedía con el semáforo en forma estática, donde la densidad de tráfico aumentaba produciendo un atasco vehicular [4].

REFERENCIAS

- [1]Ricardo Alirio Gonzalez, Roberto Escobar Ferro, Darío Liberona, Government and governance in intelligent cities, smart transportation study case in Bogotá Colombia, Ain Shams Engineering Journal, Volume 11, Issue 1, 2020.
- [2] Garcia. Sandra, Vega Cristian, Cadena Vicente, González Ricardo & Mateus Paola. capítulo de libro: Diseño y aplicación de una herramienta para identificar y clasificar motocicletas mediante una red neuronal convolucional. Desarrollo e Innovación en Ingeniería Vol. II . En: Colombia ISBN: 978-958-53278-6-3 ed: Senal Editora Y Universidad De Medellin , v. , p.652 - 662 Ingen ,2021.
- [3]Marroquin Alexander, Nanclares Carolina, Garcia Sandra, Gozalez Ricardo, Mateus Paola. Extracción de características Histograma de Gradientes Orientados HOG para la identificación de vehículos en imágenes usando Máquina de Soporte Vectorial SVM. Desarrollo e Innovación en Ingeniería Vol. II . En:

Colombia ISBN: 978-958-53278-6-3 ed: Senal Editora Y Universidad De Medellin , v. , p.639 - 651 ,2021.

[4] González Ricardo, León Yeisson, Alfoso Leidy, Vargas Edmundo. apítulo de libro: Uso de redes neuronales para simular el flujo del tránsito en cruces de alta densidad vehicular. Desarrollo e Innovación en Ingeniería Vol. II . En: Colombia ISBN: 978-958-53278-6-3 ed: Senal Editora Y Universidad De Medellin , v. , p.758-978 ,2021

IMPLEMENTACIÓN DIDÁCTICA DEL PROYECTO WORLD PENDULUM ALLIANCE PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA ANTONIO ROLDAN BETANCUR

DIDACTIC IMPLEMENTATION OF THE WORLD PENDULUM ALLIANCE PROJECT FOR THE TEACHING OF PHYSICS AT THE ANTONIO ROLDAN BETANCUR EDUCATIONAL INSTITUTION

Castillo Gamba Edgar ^{1*}, Torres-Payoma, Freddy ²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Docente ECBTI, Turbo, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Docente ECBTI, Bogotá, Colombia

Edgar.castillog@unad.edu.co
freddy.torres@unad.edu.co

Resumen —La implementación del proyecto con la utilización de entornos virtuales en la educación media en la Institución Educativa Antonio Roldan Betancur, del proyecto Word Pendulum Alliance, es un gran reto debido al contexto que presenta la región, la adaptabilidad se logra aprovechando los recursos que se poseen, para lograr hacer esta estrategia se hicieron preámbulos de apropiación de Excel, laboratorios en línea phet interactive simulation y habilidades comunicativas en la elaboración de textos que permitieron utilizar el programa e-lab e implementación de prácticas virtuales remota, enfatizando en el manejo de datos apoyado del office, cabe resaltar que a este nivel de enseñanza de la educación media en el municipio de Necoclí el desarrollo de habilidades digitales es fundamental y enriquecedor al aprendizaje de los estudiantes, esto llevó a realizar proyectos de investigación para participar en el Physics Day de forma virtual en el Centro educativo Los Andes.

Palabras clave— Entornos virtuales, práctica, educación media, estrategia, péndulo.

Abstract - The implementation of the project with the use of virtual environments in secondary education in the Antonio Roldan Betancur Educational Institution, of the Word Pendulum Alliance project, is a great challenge due to the context that the region presents, adaptability is achieved by taking advantage of the

resources that are possessed , to achieve this strategy, Excel appropriation preambles were made, phet interactive simulation online laboratories and communication skills in the preparation of texts that allowed the use of the e-lab program and implementation of remote virtual practices, emphasizing the management of data supported of the office, it should be noted that at this level of teaching of secondary education in the municipality of Necoclí, the development of digital skills is fundamental and enriching for student learning, this led to carrying out research projects to participate in Physics Day in a virtual at the Los Andes Educational Center.

Keywords— Virtual environments, practice, secondary education, strategy, pendulum

I. MÉTODOLOGÍA

La actualización y modernización de estrategias en la educación pública en la región de Urabá se ha ido abriendo espacios a pesar de ser una de las zonas de mayor necesidad de inclusión, debido a la poca conectividad y escases de equipos tecnológicos, sin embargo, esto no es un obstáculo, más bien es un reto para el educador, dado que el que hacer pedagógico debe estar enrutado hacia la búsqueda del mejoramiento de la calidad educativa.

La institución educativa Antonio Roldan Betancur como estrategia para el mejoramiento de la calidad de la educación y en busca de una conexión más fluida con la educación superior, realiza con la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD un convenio para implementar el World Pendulum Alliance WPA@ELAB que es un proyecto de alianza internacional entre diferentes instituciones de educación superior de Europa y Latinoamérica, el cual tiene como objetivo crear e implementar una red global de experimentos remotos con miras a mejorar la calidad de la educación en ciencias básicas y que es cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea. Proyecto liderado por la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI de la UNAD a través del semillero de investigación Mathphysics.

Para poder llegar a la utilización del experimento de laboratorio remoto del World Pendulum Alliance por parte de los estudiantes, se realizó una fundamentación teórico-práctica, comenzando con la apropiación conceptual en el desarrollo de explicación de fenómenos físicos, donde están involucradas temáticas de cinemática, dinámica, energías, movimiento ondulatorio, electricidad y magnetismo.

El uso adecuado del programa Excel en el desarrollo de la práctica es fundamental para la toma de datos, por lo que se realizó un entrenamiento de este recurso orientado a manipulación de datos experimentales, promedios, desviación estándar, error experimental, para lograr la asimilación de la metodología experimental, también se hizo un preámbulo utilizando simulaciones en la página web Phet interactive simulations, permitiendo adaptabilidad a la metodología virtual apoyados por recursos audiovisuales para mejor compresión.

La estrategia de laboratorios virtuales remotos es para la institución educativa un recurso valioso e incluyente, debido a que no cuenta con espacios físicos para la experimentación, así que estas ocasiones se convierten en oportunidades excepcionales para el desarrollo de competencias

en el aprendizaje de las ciencias naturales y el uso de recursos digitales a través de diferentes clases de dispositivos, como celulares, computadores y tablets.



Figura 1. Estudiantes de la media realizando actividades del World Pendulum Alliance y curso MOOC



Figura 2. Péndulos del actividad del World Pendulum Alliance curso MOOC

A partir de esta experiencia, con los laboratorios remotos y la investigación, se incentiva a los estudiantes a crear sus propios proyectos investigativos y participar en el physics day mostrando artículos escritos por ellos mismos y bajo la guía del docente, como la física de los superhéroes, enemigos naturales, Natural Collagen y juegos de lego con física y tracker.

La implementación de los laboratorios remotos World pendulum constituyen una alternativa experimental real de forma remota, fortaleciendo las prácticas virtuales simuladas de laboratorio de movimiento parabólico, potencial eléctrico, densidad, energía mecánica y movimiento ondulatorio que se realizan en la página web

PhET interactive simulation, se utiliza en la enseñanza de la física las cuales pueden usar en entornos educativos diferentes, incluidas conferencias, actividades de investigación individuales o en grupos pequeños, tareas y laboratorio usándolas en la enseñanza, de la escuela secundaria. (W. K., P, & K. K., 2010)

Con la participación en el e-Learning un curso en línea MOOC (Massive Open Online Course) en el que estudiantes (28) de la media, participaron en el 2021, siendo novedoso y estimulante para los estudiantes de la institución, estas prácticas se realizaban en los ordenadores de la institución y lo referente a los cuestionarios los educandos utilizaban con mayor frecuencia los dispositivos móviles

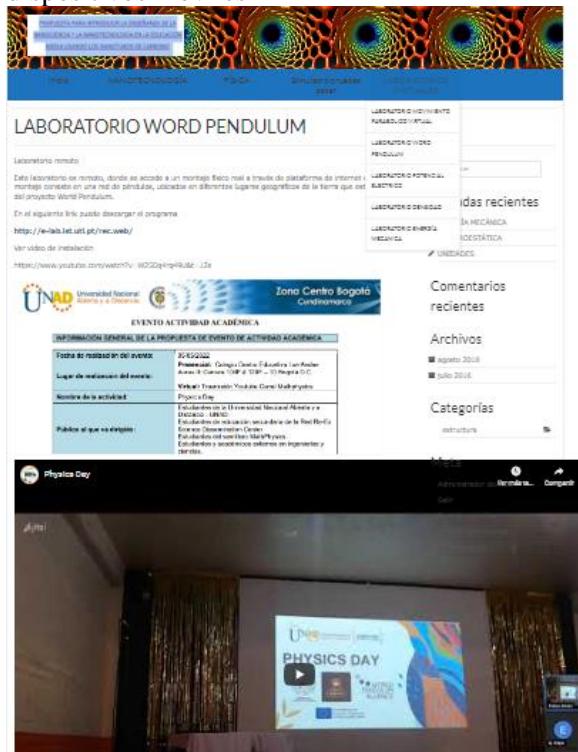


Figura 3. Espacio de prácticas virtuales experimentales virtuales y remotas word Pendulum Alliance y participación en Physics Day <https://ieducar.edu.co/fisica/>

Se adecuo un espacio en la página web para el uso de las prácticas de laboratorio y la investigación. En la institución educativa, la educación media cuenta con cinco grados, tres décimo y dos

undécimos, de los convocados se inscribieron al curso MOOC el 14% de los estudiantes, mientras que el uso de e-lab Word pendulum fue realizado por los grados undécimo debido a que es una actividad del plan de aula.

Physics Day

En la participación de proyectos de investigación se presentaron tres de doce propuestas corresponde al 25%, las elegidas fueron: juegos de lego con física y tracker, el cual consiste en la utilización del programa y explicación cualitativa y cuantitativa de los fenómenos como velocidad, aceleración de un carrito de una montaña rusa de juego de lego, tracker es un programa libre y útil para el análisis y modelado de videos, se basa en el seguimiento de la trayectoria de objetos. El programa permite generar datos de posición, velocidad y aceleración de los objetos estudiados, es además multiplataforma, es decir, que puede ser instalado en cualquier computador (Domínguez, 2015), la utilización del programa permite la toma de datos experimentales por medio de un video, el segundo proyecto, La física de los superhéroes, enemigos naturales, este proyecto busca abarcar dos temas que pueden parecer contrarios o incluso antónimos, pues mientras que la física quiere dar explicaciones a aquello que nos rodea usando el pensamiento lógico para esto, las historias de superhéroes se caracterizan por ser un factor fantástico e irrealista, incluso en varias ocasiones utilizan a la ciencia para explicar sucesos en ese mundo fantástico, construyendo sus propias reglas y leyes físicas y estableciendo que es posible y que no. y el tercero, Natural collagen, donde se dan a conocer las características del colágeno, producto a base de escamas de pescado, producido especialmente con los recursos de fauna y flora propios del municipio de Necoclí, base y sustento de la economía de los lugareños; esta receta ancestral fue presentada en el año 2021 en la comunidad educativa Antonio Roldán Betancur, en el marco de la feria de la ciencia, donde se dieron a conocer las funciones que lleva a cabo en nuestro cuerpo y los beneficios que puede traer a la salud y a la estética, ocupando el segundo lugar; obteniendo además reconocimiento, experiencia y opiniones externas que sirvieron para mejorar.

Este producto alivia las dolencias del cuerpo humano tales como el desgaste de la piel y la falta de esta proteína en los sistemas óseo y muscular, beneficio que fue comprobado al obtener testimonio de usuarias del municipio y se espera que esta investigación sea de gran beneficio para futuros usuarios, como lo ha sido para la comunidad que vio crecer este milagrosas.

Esta diversidad de estrategias es un estímulo para el estudiante permitiendo tener buena disposición para el aprendizaje y lograr competencias lecto escritura e implementación de tecnologías en la elaboración de informes de laboratorio y artículos científicos.

CONCLUSIONES

La implementación de los laboratorios remotos es un valor agregado a la institución, que estimula a los estudiantes en la diferentes formas didácticas del aprendizaje novedoso, la implementación de diferentes recursos virtuales permitió el desarrollo de competencias viéndose reflejado en la elaboración de artículos y participación en el Physics Day, apropiación de plataformas digitales permitiendo la interiorización de la metodología virtual en el aprendizaje, actualización de una metodología moderna encaminada al mejoramiento de la calidad educativa, es importante resaltar la importancia de la investigación en la educación media, básica, primaria y preescolar, como se evidencio es un porcentaje pequeño pero uno de los retos que tiene este nivel de educación es fortalecer en la comunidad educativa la participación en estos escenarios y poder proyectarlos hacia de vida estudiantil a una educación superior y profesional.

1. REFERENCIAS

- Domínguez, M. (2015). Uso de Tracker para Análisis y Modelado de Datos Experimentales en Laboratorios Tradicionales de Física. *REVISTA DE LA ESCUELA DE FÍSICA, UNAH*, 65. Recuperado el 19 de 08 de 2022, de

[https://www.camjol.info/index.php/fisica
/article/view/8279/8498](https://www.camjol.info/index.php/fisica/article/view/8279/8498)

Torres Payoma, F. A., & García Cruz, W. L. (2021). Implementación del mooc fex del wp@e-lab en estudiantes de grado décimo en la I.E. Liceo Integrado Fray Francisco Chacón En Sopó, Cundinamarca. *Publicaciones e investigaciones*. Recuperado el 17 de 08 de 2022, de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/5600>

W. K., A., P, L., & K. K., P. (2010). Teaching Physics Using PhET Simulations. Obtenido de <https://aapt.scitation.org/doi/abs/10.1119/1.3361987>

Brito, K. Y. U. (2009). Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 4(1), 35-40.

Kofman, H. (2000). La unidad experimento: simulación en la enseñanza informatizada de la física. IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, 17, 2

EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



MODELO DINÁMICO DE GESTIÓN DE RELACIONES DE LOS CLIENTES PARA MITIGAR LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL. CASO: UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA DE COLOMBIA

DYNAMIC CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT MODEL TO MITIGATE STUDENT DROPOUTS. CASE: OPEN AND DISTANCE NATIONAL UNIVERSITY OF COLOMBIA

Romero, Mariano

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, CCVA Sahagún, Sahagún, Colombia

*mariano.romero@unad.edu.co

Resumen - El Modelo Dinámico de Gestión de Relación del Cliente busca tener estudiantes motivados y vinculados permanentemente a la UNAD CCAV Sahagún permitiéndoles alcanzar máxima expresión en el desarrollo de sus competencias técnicas, tecnológicas y profesionales dentro de un proceso integral de formación que los conlleva a convertirse en líderes emprendedores; capaces de dar respuesta con soluciones eficaces a los diferentes problemas que esta sociedad emerge. Esto se lleva a cabo con una excelente planificación, organización, control y evaluación de los procesos académicos, direccionando al docente a manejar su propio contenido y a estimular al estudiante que ajuste sus propias estrategias de aprendizaje. Así mismo, la posibilidad de establecer dentro de la infraestructura de las organizaciones entornos de aprendizaje con orientación andragógica, que impulsen la posibilidad de la adaptación y cooperación en el desarrollo del pensamiento donde la expresión natural sea la creatividad, la cual, se convertirá en terreno fértil para la innovación, incentivando la socialización del knowhow (Saber hacer), no sólo como un sistema efectivo sino como una cultura que construye nuevos conocimientos a partir de los multi contextos y el compartir experiencias como un valor agregando que le permite a los diferentes actores del proceso mantener una participación activa y dinámica.

Palabras clave— administración; andragógica; conocimiento; competencias; procesos; recursos.

Abstract - The Dynamic Model of Customer Relationship Management seeks to have motivated students permanently linked to the UNAD CCAV Sahagún, allowing them to achieve maximum expression in the development of their technical, technological and professional skills within a comprehensive training process that leads them to become leaders entrepreneurs; capable of responding with effective solutions to the different problems that this society emerges. This is carried out with an excellent planning, organization, control and evaluation of the academic processes, directing the teacher to manage their own content and to stimulate the student to adjust their own learning strategies. Likewise, the possibility of establishing within the infrastructure of organizations learning environments with andragogic orientation, which promote the possibility of adaptation and cooperation in the development of thought where the natural expression is creativity, which will become terrain fertile for innovation, encouraging the socialization of know-how (Know how to do), not only as an effective system but as a culture that builds new knowledge from multi-contexts and sharing experiences as an adding value that allows different actors of the process maintain an active and dynamic participation.

Keywords— management; andragogical; knowledge; competencies; processes; means.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Un modelo dinámico es aquel que permite describir las responsabilidades de cada una de las personas que tienen a su cargo además de analizar cómo responde la comunidad estudiantil a los estímulos internos y externos. Por su parte, esos modelos permiten gestionar las relaciones de los clientes llevándolos a incluir sus conocimientos a través de la interactividad y otras actividades. Ahora bien, este modelo mantiene una metodología para ayudar a los gerentes y docentes universitarios a mitigar la deserción escolar brindándoles a los estudiantes las oportunidades de manejar y adaptar sus propias estrategias de aprendizaje.

La base primordial de cualquier relación entre la universidad con sus estudiantes (clientes) es el valor que los estudiantes perciben y que es ampliamente interpretado como algo que el cliente entiende de forma positiva (Garrido 2008). De allí el engrandecimiento del valor agregado implica la adopción de un modelo que tiene una orientación a los estudiantes (cliente) en cualquier segmento dado al grado en el que la posición actual de la universidad le permita actuar (Garrido 2008).

La capacidad de construir modelos los cuales se asemejan a la realidad ha crecido como resultado de la necesidad de comprender los eventos ocurridos alrededor de los individuos, creándose nuevos paradigmas interpretativos. El

modelo proporciona un sistema coherente e innovador de compresión y evaluación de las organizaciones. En el mismo contexto el modelo establece que un modelo es una representación simplificada de la realidad (Chiavenato 2011). Del mismo modo y coincidiendo con lo señalado, es la representación de un sistema original, mediante otro comparable. Los modelos son una simplificación de un problema empresarial o universitario, donde incluye los elementos de más importancia, siendo de mucha utilidad para la toma de decisiones.

En este sentido, un modelo dinámico es aquel que permite describir de manera virtual la respuesta o comportamiento de los estudiantes que se someten a la educación abierta y distancia, esto se realiza a través de estímulos específicos, ya sea este un estímulo interno o externo, es decir que se genere durante o fuera de las clases virtuales (Garrido 2008). Basado en lo anterior, los modelos dinámicos llaman la atención no solo del estudiante (cliente), sino también de los docentes ya que les permite planificar cada una de las actividades a realizar llevándolos al cumplimiento de los objetivos establecidos

En las universidades la gestión de relaciones de los clientes (CRM), permite ajustar cada una de las oportunidades y fortalezas de estas a los estudiantes quienes en este caso son los clientes, los cuales ayuda a mantenerles activos en el proceso educativo. Así mismo, el CRM constituye un proceso de incremento de valor apoyado por las tecnologías de la información, que identifica, desarrolla, integra y orienta las distintas competencias de la empresa hacia la voz de los clientes, con objeto de entregar un mayor valor al cliente en el largo plazo, para identificar correctamente los segmentos de mercado tanto existentes como potenciales (Escudero 2011).

El CRM permite que en las universidades se desarrolle los procesos gerenciales de tal manera

que la planificación, dirección, organización y control sea una base fundamental en el desarrollo de la educación abierta y distancia. Al respecto, dentro del área de Organización de las universidades existen seis teorías principales que alimentan el estudio de las organizaciones y su diseño (Garrido 2008):

a) Enfoque contingente: se sustenta sobre la idea de que las organizaciones deben adaptar su estructura y procesos internos a las contingencias que afronten. Por tanto, se defiende que no existe una forma óptima de organizar, sino que toda organización que deseé ser eficiente deberá procurar la congruencia entre sus distintos niveles: psico-social, estructura y procesos internos, contexto y entorno.

b) La ecología de las poblaciones: aplica los modelos propios de la selección natural, provenientes de la biología y geología, al estudio de las organizaciones. Su unidad de análisis no es la organización a nivel individual, sino la población o conjunto de organizaciones similares. Defiende que los recursos del entorno son limitados y se distribuyen en forma de nichos, por lo que sólo sobrevivirán las organizaciones que sean capaces de adaptarse a ellos, en virtud de la forma organizativa que hayan adoptado.

c) El modelo de dependencia de recursos: asume que existe una distribución asimétrica de recursos dentro del entorno, lo que coloca a unas organizaciones en relación de dependencia respecto de las que controlan los recursos que ellas necesitan. Por tanto, defiende que las organizaciones deben estudiarse en relación con el resto de las entidades con quienes compiten y comparten recursos escasos.

d) Institucionalismo: considera que las organizaciones tratan de ganar legitimidad, y con ello posibilidades de supervivencia, en lugar de

mejorar su eficiencia interna, por lo que tienden a adoptar los mismos diseños estructurales que otras organizaciones, con independencia de que sean o no mejores. Considera a las organizaciones como sistemas sociales, por lo que la adaptación a las exigencias del entorno va a determinar la estructura de la organización.

e) La economía de los costes de transacción: ofrece una de las pocas explicaciones disponibles sobre la aparición de las jerarquías, y por tanto, de las organizaciones. Para ella, mercados y jerarquías son formas alternativas de organizar las transacciones, de forma que se minimicen los costes originados por éstas. Se apoya en los supuestos de racionalidad limitada y oportunismo, y a partir de ahí se determinan las características de las transacciones y los factores que incidirán sobre los costes originados por ellas.

La teoría de la agencia: estudia las transacciones en las que una parte, el principal, encarga a otra, el agente, que realice una actividad en su nombre, en condiciones de asimetría de información y conflicto de objetivos entre ambos. Este tipo de relaciones conlleva la posibilidad de que el agente se comporte de forma oportunista, lo que obliga a establecer mecanismos de control y aseguramiento para impedirlo o limitarlo al máximo.

Modelo de Croteau y Li (2003): Se parte de la idea de que las TI juegan un papel fundamental en la puesta en marcha de una iniciativa CRM, ya que permiten la recogida y análisis de información del cliente y la generación de conocimiento acerca de los mismos.



Fuente: Elaboración propia a partir de Croteau y Li (2003)

Modelo de Chen y Ching (2004): Se plantea un modelo que trata de explicar los factores que influyen en el correcto funcionamiento del CRM dentro de una organización, es decir, en la obtención de resultados positivos al implementar dicha estrategia. Basándose en resultados de investigaciones previas, el modelo planteado contempla las relaciones existentes entre tres grupos de variables: recursos, prácticas CRM y resultados. En el apartado de recursos se incluyeron dos factores: intensidad en TI y capacidad de absorción organizativa. Por su parte, las prácticas CRM incluyen las variables de orientación al mercado y servicio al cliente. Los resultados del análisis estadístico soportan satisfactoriamente el modelo de investigación planteado.



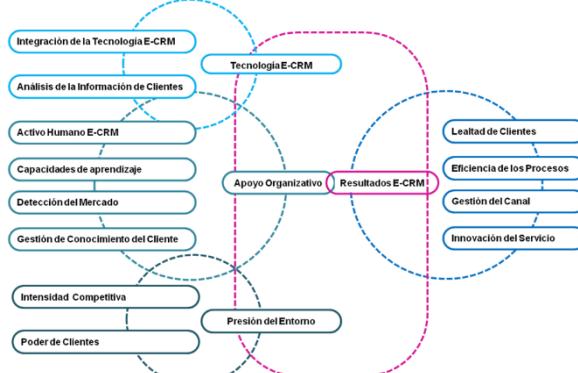
Fuente: Elaboración propia a partir de Chen y Ching (2004)

Modelo de Roh, Ahn y Han (2005): El objetivo principal que persigue este estudio es desarrollar un modelo de éxito del CRM, basado en evidencia empírica, que mida los factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en su éxito, la importancia relativa de cada uno de ellos y las escalas con que pueden ser medidos dichos factores.



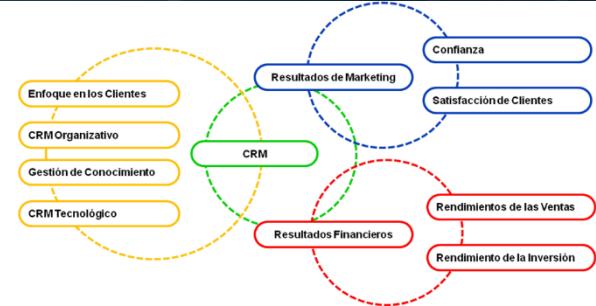
Fuente: Elaboración propia a partir de Roh, Ahn y Han (2005)

Modelo de Chang, Liao y Hsiao (2005): Propone un modelo de éxito para e-CRM utilizando como base teórica el marco conceptual o metodología TOE (tecnología, organización y entorno). Considera que los factores tecnológicos, organizativos y los relacionados con el entorno son los que influyen de manera más significativa en el proceso de adopción e implementación de una innovación tecnológica.



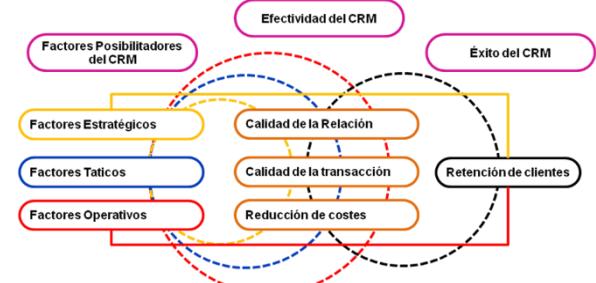
Fuente: Elaboración propia a partir de Chang, Liao y Hsiao (2005)

Modelo de Sin, Tse y Yim (2005): Se centraban fundamentalmente en las variables determinantes del éxito en la implementación del CRM, este último tiene como objetivo el desarrollo de una escala de medida válida y fiable para las distintas dimensiones que constituyen la estrategia CRM. Se concibe a dicha estrategia como constructo multidimensional integrado por cuatro componentes fundamentales: enfoque en los principales clientes, CRM organizativo, gestión del conocimiento y CRM tecnológico.



Fuente: Elaboración propia a partir de Sin, Tse y Yim (2005)

Modelo de Eid (2007): Trata de profundizar en los Factores Claves de Éxito para la implementación del CRM, desarrollando un modelo conceptual que recoja el impacto de dichos factores en la efectividad y éxito del CRM. Para ello, basándose tanto en la literatura sobre TI, como en la proveniente del marketing relacional proponen un modelo de éxito para el CRM que consta de tres bloques fundamentales: factores posibilitadores del CRM, efectividad del CRM y éxito del CRM.



Fuente: Elaboración propia a partir de Eid (2007)

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo dinámico de gestión de relaciones de los clientes se presenta como una forma efectiva de mitigar la deserción estudiantil en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia departamento de Córdoba - Colombia, donde se toma en cuenta las tareas, así como actividades a ejecutar poniendo en práctica cada uno de los objetivos de la organización para poder cumplir con la totalidad del proyecto educativo. De allí

pues, se desprende que la gerencia es uno de los procesos más dinámicos y exigentes en la actualidad, en donde se ejecutan multiplicidad de funciones como la planificación, organización, dirección y control, tareas que son en sí mismas un reto y que deben adaptarse a los cambios y transformaciones de los nuevos tiempos, mejorando la eficacia, orientadas hacia el cumplimiento de las metas y logro de los objetivos establecidos.

1.1 Descripción del modelo

El modelo dinámico de gestión de relaciones de los clientes por su naturaleza versátil e innovadora impacta directamente sobre el crecimiento de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia departamento de Córdoba - Colombia, es una herramienta que permite que en las universidades se desarrollen los procesos gerenciales de tal manera que la planificación, dirección, organización y control sea una base fundamental en el desarrollo de la educación abierta y distancia. Este modelo les permite realizar la generación de perfiles de los estudiantes que entran a la plataforma de la educación abierta y a distancia, el cual le permite definir las características demográficas, necesidades, deseos, patrones de compra, preferencias de los canales y los comportamientos de los clientes de forma individual o por pequeños grupos.

El Modelo Dinámico de Gestión de Relación del Cliente aplicado a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en el Centro Comunitario de Atención Virtual (CCAV) Sahagún, ayudará a evitar la deserción universitaria y a tener estudiantes que se consideren parte de la institución; logrando así ampliar el número de profesionales de la región con competencias idóneas para cubrir la demanda laboral de las empresas locales. Cabe destacar que cuando un estudiante deserta por lo general no

logra culminar con éxito sus estudios, generando una decepción emocional en la persona y la familia de esta.

Hay que reconocer que cuando una persona no cuenta con competencias idóneas para realizar una tarea, las oportunidades laborales en una empresa son escasas; donde se hace visible las otras opciones planteas por la situación de conflicto que se vive en la zona del departamento de Córdoba y todo el país.

En otras palabras, con el Modelo Dinámico de Gestión de Relación del Cliente, se busca tener estudiantes motivados y vinculados permanentemente a la UNAD CCAV Sahagún desarrollando competencias técnicas, tecnológicas y profesionales que les permitan ser líderes emprendedores en la sociedad; capaces de dar respuesta con soluciones eficaces a los diferentes problemas que esta sociedad emerge. Esto se llevará a cabo con una excelente planificación, organización, control y evaluación de los procesos académicos, llevando al docente a manejar su propio contenido además que el estudiante ajuste sus propias estrategias de aprendizaje.

Asimismo, el Modelo Dinámico de Gestión de Relación del Cliente aplicado a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en el Centro Comunitario de Atención Virtual (CCAV) Sahagún, busca impactar en la parte financiera desde el tema de la matrícula de los estudiantes; para este caso es importante reconocer que tener al estudiante satisfecho durante su proceso educativo y el acompañamiento personalizado, es motivo para continuar vinculado a la institución desarrollando nuevos programas que le permitan crecer a nivel profesional. En este mismo sentido el estudiante que se siente parte de la institución es el vocero de recomendar la universidad ante las

demás personas interesadas, como la mejor opción para estudiar.

Lo que conlleva al crecimiento de la institución y mayores ingresos a partir de la permanencia de los estudiantes antiguos, más el ingreso de nuevos estudiantes. Así de esta forma la universidad puede obtener más recursos abrir nuevos programas que le permitan ampliar su oferta académica y generar más empleo y fortalecer el crecimiento y desarrollo del departamento de Córdoba.

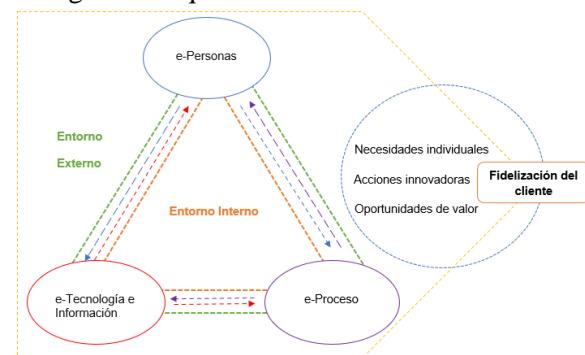
Los modelos dinámicos de gestión de relaciones de los clientes para mitigar la deserción estudiantil en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia departamento de Córdoba - Colombia, permite mantener actualizados los procesos educativos ya sean de dar la información actualizada y oportuna hasta el control y evaluación de los mismos. Asimismo, permite mantener compromiso con las actividades que se desarrollan dentro y fuera de las plataformas. La Universidad se ha caracterizado por su compromiso con las comunidades y poblaciones que no han tenido acceso a una capacitación técnica, socio humanístico y comunitario. También, por su contribución a la recuperación de los tejidos sociales, la generación de espacios laborales y la formación para la participación ciudadana, de allí es que el modelo dinámico de gestión de relación del cliente aplicado a la universidad nacional abierta y a distancia (UNAD).

Si en la universidad se habla de procesos o productos de calidad, es necesario saber que la calidad es inherente al servicio mismo, sin embargo, es el estudiante (cliente) quien realiza la valoración de la misma, acorde al contexto. Hay parámetros que pueden medir la rapidez, tiempo exactitud, reacción del cliente, pero estos pueden cambiar en tiempo y espacio. Con el

cumplimiento del modelo la universidad se mantendrá en el mercado competitivo tratando cada día de mejorar la calidad educativa la cual es mostrada a distancia. Este modelo permitirá mitigar la deserción estudiantil en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia departamento de Córdoba - Colombia, sirviendo de modelo competitivo para el mercado de la educación, llevando a la universidad a niveles elevados de confiabilidad, credibilidad y fortaleza, donde los estudiantes se mantengan motivas en cada una de las actividades del proceso educativo.

1.2 Arquitectura del modelo

Figura 1 Arquitectura del Modelo Dinámico



Fuente: Elaboración propia

Para la arquitectura del modelo dinámico de gestión de relación con el cliente para mitigar la deserción estudiantil. Caso: universidad nacional abierta y a distancia de Colombia, se caracteriza por sus tres pilares fundamentales: e-Personas, e-Procesos y e-Tecnología e información; donde se resalta la interconexión bidireccional con el objetivo de mantener un constante flujo de la comunicación entre ambos sentidos de cada eje. De igual forma se identifica el entorno interno y entorno externo como factores fundamentales que intervienen significativamente en el modelo dándole el carácter dinámico y mejoramiento continuo. Donde se analizan las necesidades individuales, se toman las acciones innovadoras para transformarlas en oportunidades de valor.

1.5 Aspectos comerciales

1.3 Requerimientos del sistema

Dentro de los requerimientos para modelo dinámico de gestión de relación con el cliente para mitigar la deserción estudiantil. Caso: universidad nacional abierta y a distancia de Colombia, es muy importante contar con un buen sistema de información y una data Warehouse que permitan almacenar y administrar toda la información de los clientes en este caso de cada uno de los estudiantes. Contar con el compromiso de la alta gerencia y la participación de todo el recurso humano involucrado en el proceso. Además, se debe realizar una buena gestión del cliente mediante la identificación individualizada y atraerlo a la organización, construir relaciones gana-gana y crear fidelización de estos.

1.4 Involucramiento del personal y la dirección

En el desarrollo del modelo dinámico de gestión de relación con el cliente para mitigar la deserción estudiantil. Caso: universidad nacional abierta y a distancia de Colombia, es de vital importancia contar con todo el personal administrativo entre los cuales se identifican: Director del Centro, Registro y Control, Recursos Humanos; personal misional: en los que participan los docente tiempo completo, medio tiempo, horas cátedras, conseguiría estudiantil; además se debe incluir el Personal de Soporte: donde se cuenta con Soporte técnico, Servicios General y Servicios de Vigilancia. Se debe garantizar el compromiso de la alta dirección con todo el modelo ya que de este depende el éxito de su implementación en toda la institución.

Es una metodología que permite al docente planificar, organizar, dirigir y controlar los procesos educativos. Basado en lo anterior, este modelo permitirá, no solo incluir la tecnología en el momento de planificar sino incluir a los estudiantes en su propio crecimiento intelectual y cognitivo, llevándolos a manejar su propia educación. Las novedades del proyecto se basan en que mientras más permita la interrelación con el cliente más cerca se encuentra de la realidad.

En el mismo sentido, se utilizarán herramientas tecnológicas para el desarrollo del modelo, debido a que una vez diseñado la manera en que los docentes se van a comunicar con los estudiantes y verificar las existentes en el mercado, se puede seleccionar la que más viabilidad tenga no solo por competitividad, sino por calidad, desarrollo institucional y mejora académica permitiendo mitigar la deserción estudiantil.

El modelo dinámico de gestión de relaciones de los clientes se presenta como una forma efectiva de mitigar la deserción estudiantil en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia departamento de Córdoba - Colombia, donde se toma en cuenta las tareas, así como actividades a ejecutar poniendo en práctica cada uno de los objetivos de la organización para poder cumplir con la totalidad del proyecto educativo. De allí pues, se desprende que la gerencia es uno de los procesos más dinámicos y exigentes en la actualidad, en donde se ejecutan multiplicidad de funciones como la planificación, organización, dirección y control, tareas que son en sí mismas un reto y que deben adaptarse a los cambios y transformaciones de los nuevos tiempos, mejorando la eficacia, orientadas hacia el cumplimiento de las metas y logro de los objetivos establecidos.

Este modelo permite describir de manera virtual la respuesta o comportamiento de los estudiantes que se someten a la educación abierta y distancia, esto se realiza a través de estímulos específicos, ya sea este un estímulo interno o externo, es decir que se genere durante o fuera de las clases virtuales. Basado en lo anterior, permiten la atención no solo del estudiante (cliente), sino también de los docentes ya que les permite planificar cada una de las actividades a realizar llevándolos al cumplimiento de los objetivos establecidos.

Por su parte es un producto innovador para la gerencia académica ya que permite traer la atención de los estudiantes toman en cuenta la relación con la institución, respetando los esquemas cognitivos de cada uno de ellos. En las universidades la gestión de relaciones de los clientes (CRM), permite ajustar cada una de las oportunidades y fortalezas de las mismas a los estudiantes quienes en este caso son los clientes, los cuales ayuda a mantenerles activos en el proceso educativo.

Al mismo tiempo, el CRM constituye un proceso de incremento de valor apoyado por las tecnologías de la información, que identifica, desarrolla, integra y orienta las distintas competencias de la empresa hacia la voz de los clientes, con objeto de entregar un mayor valor al cliente en el largo plazo, para identificar correctamente los segmentos de mercado tanto existentes como potenciales.

1.6 Sistemas de autogestión

Es importante que, para iniciar hablar del sistema de autogestión para el modelo dinámico de gestión de relación con el cliente, se debe pensar en el retorno de la inversión. La institución

que decida implementar este modelo que apunta a la fidelidad del cliente, debe asumir el compromiso de realizar la inversión necesaria partiendo de los requerimientos y necesidades de la misma. Cabe resaltar que se cuenta con la experiencia del equipo asesor para la implementación del modelo, lo cual permitirá utilizar los componentes tecnológicos actuales y de proceso para mitigar el grado de inversión.

1.6.1 Análisis costo – beneficio

Tabla 1 Análisis costo - beneficio

Beneficio	Valor
Actualización de los recursos tecnológicos en la universidad	15.093.800
Desarrollo de actividades de capacitación y actualización del personal	9.225.000
Contratación de profesionales para el desarrollo del modelo	12.225.000
Desarrollo e integración de nuevas herramientas de estudio, planificación y evaluación de procesos	8.356.200
	44.900.000
Compra de equipo tecnológico y referenciales	11.093.800
Capacitación del personal que se encarga de la plataforma	9.225.000
Tiempo de ejecución de la metodología generada por el personal	9.225.000
Implementación del modelo	7.356.200
	36.900.000

Fuente: Elaboración propia

III. CONCLUSIONES

Para el objetivo describir las fases del CRM para mitigar la deserción estudiantil en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia

departamento de Córdoba - Colombia, se puede concluir que las fases están basadas en Personas, Procesos y Tecnología; específicamente donde es importante contar con un buen sistema de información y una data Warehouse que permitan almacenar y administrar toda la información de los clientes en este caso de cada uno de los estudiantes. Esto ayudará a evitar la deserción universitaria y a tener estudiantes que se consideren parte de la institución; logrando así ampliar el número de profesionales de la región con competencias idóneas para cubrir la demanda laboral de las empresas locales. Cabe destacar que cuando un estudiante deserta por lo general no logra culminar con éxitos sus estudios, generando una decepción emocional en la persona y la familia de esta

De la misma manera, para verificar las tecnologías inherentes para mitigar la deserción estudiantil en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia departamento de Córdoba - Colombia, se puede concluir que se utilizaran herramientas tecnológicas para el desarrollo del modelo, debido a que una vez diseñado la manera en que los docentes se van a comunicar con los estudiantes y verificar las existentes en el mercado, se puede seleccionar la que más viabilidad tenga no solo por competitividad, sino por calidad, desarrollo institucional y mejora académica permitiendo mitigar la deserción estudiantil. Dentro de la tecnología que se pueden verificar se encuentran computadoras, fuentes de poder, pero además los recursos como Microsoft office u otro software, tiempo hombre y software esta actividad

Por último, para el objetivo establecer el Modelo Dinámico de Gestión de Relaciones de los Clientes para mitigar la deserción estudiantil en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia departamento de Córdoba - Colombia, se puede concluir la arquitectura del modelo dinámico de gestión de relación con el cliente para mitigar la

deserción estudiantil. Caso: universidad nacional abierta y a distancia de Colombia, se tiene tres pilares fundamentales: Personas, Procesos y Tecnología; donde se resalta la interconexión bidireccional esto debido a la necesidad de implementar este modelo en las universidades.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por la oportunidad de poder escribir este documento, así mismo a todas las personas que directa o indirectamente aportaron a la investigación.

REFERENCIAS

- Arias F (2004) *El Proyecto de investigación. Guía para su elaboración.* Editorial Episteme, C.A. Ediciones Orial. 3ra Edición. Caracas.
- Bavaresco A (2008) *Metodología de la investigación educativa.* Universidad del Zulia. Maracaibo. Venezuela.
- Buttle F., Y Tumbull J., (2004), Gestión de las relaciones del cliente. Conceptos y herramientas. Editor Routledge.
- Cachimuel G (2005), *Vuelta arriba acabamos la escuela, vuelta abajo no podemos: la comunidad educativa.* Volumen 6 de Colección Educación intercultural bilingüe. Plural editores. Bolivia.
- Campbell, A.J. (2003): *Creación de cliente competencia Conocimientos: Administración de Programas de Gestión de Relación con el Cliente Estratégicamente, Industrial Marketing Managment,* vol. 32, pp. 375-383.
- Escudero, M. J. (2011). *Gestión comercial y servicio de atención al cliente (novedad 2011).* Editorial Paraninfo.

- Chiavenato, I. (2011). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. Sexta edición. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- Chiavenato, I. (2011). *Comportamiento organizacional*. Octava edición. International Thomson.
- DANE (2015). *Estadísticas de educación superior*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Bogotá
- DAVIS, D. (2012). *Comportamiento Humano en el Trabajo*. Novena edición. Editorial Mc. Graw-Hill. Colombia.
- DOMINGO J (2005), El absentismo escolar como reto para la calidad educativa. Número 163 de colección investigación. Ministerio de Educación y ciencia. Centro de investigación, Documento y evaluación. España.
- EL SAHILI L (2009), Deserción escolar. Informe de investigación sobre deserción escolar mediante

jerarquización de factores en la UPIIG, del IPN en Silao, Guanajuato. REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación, vol. 10, núm. 19, enero-julio, 2011, pp. 33- 48 Universidad Católica de la Santísima Concepción Chile.

Garrido Moreno, A. (2008) La gestión de relaciones con el cliente (CRM) como estrategia de negocio: desarrollo de un modelo de éxito y análisis empírico en el sector hotelero de España. Ed. Servicio de publicaciones de la Universidad de Málaga.
<https://libros.metabiblioteca.org/bitstream/001/171/8/978-84-9747-607-2.pdf>

PULIDO R., BALLÉN M., Y ZÚÑIGA F., (2007), Abordaje hermenéutico de la investigación cualitativa. Teorías, procesos, técnicas. Colección de libros de texto. Publicado por U. Cooperativa de Colombia.

MODELADO DE ITEMS DE RAZONAMIENTO CUANTITATIVO BAJO EL ENFOQUE DEL DISEÑO BASADO EN EVIDENCIAS PARA LAS PRUEBAS SABER T&T Y SABER PRO.

MODELING OF QUANTITATIVE REASONING ITEMS UNDER THE EVIDENCE-BASED DESIGN APPROACH FOR THE SABER T&T AND SABER PRO TESTS.

Zabaleta, Randy^{1*}, Fortich, Jessica¹, Fuentes, Luis¹

¹Universiad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Tv 45A, Cartagena de Indias, Cartagena, Colombia

*Randy.zabaleta@unad.edu.co

Resumen - En este trabajo se modela la creación de evaluaciones por competencias considerando ítems bajo el enfoque centrado en evidencias para desarrollar las pruebas saber T&T y saber pro, integrando código Látex, el software de Microsoft Excel y el ambiente Moodle, generando un modelo consolidado de preguntas, validadas de manera automática, conduce al desarrollo de cuestionarios de forma masiva, determinando una prueba objetiva y contextual. La simulación garantiza el aseguramiento de la calidad del proceso de evaluación del razonamiento cuantitativo en los estudiantes de pregrado como herramienta de apoyo para la presentación de las pruebas saber T&T y saber Pro, mediante la intervención de pares evaluadores de las redes de cursos de la escuela ciencias básicas tecnología e ingeniería ECBTI, bajo los criterios de idoneidad descritos en las rúbricas de evaluación en el formato F 7-4-3. La construcción de cada ítem parte de una pregunta de referencia, la cual es embebida mediante la concatenación de la formulación y diagramación matemática en Excel, las instrucciones en Látex acorde con la tipología de la pregunta. De esta forma, se logra la construcción de preguntas y el desarrollo de cuestionarios de una manera sencilla que pueden ser cargadas en la plataforma de Campus (Moodle) sin errores de tipo sintáctico estructural permitiendo una visualización y una lectura armoniosa de las preguntas.

Palabras clave—Evaluación por competencias, evidencias, desempeños, Saber T&T y Saber Pro.

Abstract - This work models the creation of competency-based assessments considering items under the evidence-centered approach to develop the saber T&T and saber pro tests, integrating Latex code, Microsoft Excel software and Moodle environment, generating a consolidated model of questions, validated automatically, leading to the development of questionnaires massively, determining an objective and contextual test. The simulation guarantees the quality assurance of the evaluation process of quantitative reasoning in undergraduate students as a support tool for the presentation of the saber T&T and saber Pro

tests, through the intervention of peer evaluators of the course networks of the school of basic sciences, technology and engineering ECBTI, under the suitability criteria described in the evaluation rubrics in the F 7-4-3 format. The construction of each item starts with a reference question, which is embedded through the concatenation of the formulation and mathematical diagramming in Excel, the instructions in Latex according to the typology of the question. Thus, we achieve the construction of questions and the development of questionnaires in a simple way that can be uploaded to the Campus platform (Moodle) without structural syntactic errors, allowing a harmonious visualization and reading of the questions.

Keywords— Assessment by competencies, evidence, performance, Saber TyT and Saber Pro.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de modelado de preguntas se sustenta en primer lugar en la anidación de fórmulas matemáticas, con el código Latex, concatenación de enunciados, unificación visual y consolidación de preguntas, el software utilizado para la modelación de preguntas es Microsoft Excel, en este se construyen las preguntas para los cuestionarios que se utilizan para el desarrollo y fortalecimiento de las competencias de razonamiento cuantitativo en los pregrados ofertados en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD considerando códigos latex, los cuales son validados con el servicio de la consola online Overleaf y luego son integrados con Excel para hacer un embebido de cada pregunta del cuestionario, finalmente se utiliza una macro para la generación masiva y automática de las preguntas que luego son migradas en el formato Pruebas Tema D F-7-4-2 de la Vicerrectoría de medios y mediaciones VIMEP quedando formuladas como se requieren el formato antes mencionado, el proceso de construcción, elaboración y revisión de preguntas cuenta con la participación de las redes de tutores de la escuela ECBTI los cuales aportan sus conocimientos y

experiencia en programación en Latex, Excel y Visual Basic.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados alcanzados parten de un proceso de construcción de cuestionarios para el apoyo, entrenamiento y fortalecimiento de las competencias de razonamiento cuantitativo de los estudiantes de la UNAD, asumiendo el modelo basado en evidencia. En [2] se pueden identificar los principios que sustentan el modelo de evaluación Unadista, el cual acoge el enfoque de evaluación constructivista, propiciando la eticidad, la significatividad, la objetividad y ecologicidad. En [1] describen que la utilidad de un cuestionario se fundamenta en la necesidad de contar con instrumentos simples, específicos y validados localmente, que permita conectar la práctica con la resolución de problemas contextualizados.

En [7] se establece que *la evaluación tiene como propósito verificar el nivel de competencia del estudiante y da cuenta de los procesos de comprensión, aplicación y producción de conocimiento. Así mismo, se constituye en un indicador múltiple de la calidad del proceso formativo y de cada uno de sus componentes.*

En [6] se destaca que *los estudiantes esperan obtener ganancias en el aprendizaje al proporcionar y obtener retroalimentación de / a sus compañeros utilizando herramientas tecnológicas*, lo que imprime una motivación al estudiante cuando se implementan evaluaciones mediadas con tecnologías informáticas.

En [3] se describe que, para evaluar los aprendizajes en matemáticas, se requieren afinar la calidad tecnológica, la calidad de contenido, la calidad visual, la significación didáctica, la adecuación de contenido, la relación entre teoría y práctica, implicación, contribución al aprendizaje, relevancia e interacción entre educación actores, precisamente en la implementación de instrumentos bajos las premisas antes mencionadas.

En [5] se afirma que *los estudiantes perciben la evaluación tradicional como el mejor discriminador de capacidad. Sugerimos que el impulso hacia la introducción de la evaluación innovadora en matemáticas debe considerarse a la luz de los estudiantes*, lo que plantea un desafío para la construcción de un instrumento verdaderamente atractivo e innovador en las futuras generaciones.

Por otro lado, en [4] se afirma *la evaluación basada en desempeños articula la planificación, ejecución y evaluación, a fin de lograr la coherencia entre lo planificado, lo evaluado y lo aprendido*, lo que nos plantea un reto para los maestros en identificar de manera correcta qué se debe evaluar, propiciando y estableciendo un tipo de evaluación con atributos de confiabilidad en la medición de las competencias y habilidades matemáticas que queremos potenciar en nuestros estudiantes que durante la formación académica logren evidenciarse con el alcance de los propósitos formativos de su pregrado y las competencias mínimas de razonamiento cuantitativo que todo técnico, tecnólogo y profesional deben dominar para la resolución de problemas contextualizado.

A continuación, se relaciona el modelo que identificada cada categoría necesaria para la construcción de cada ítem:

ASIGNATURA		CONTENIDOS	
COMPETENCIA	Afirmación	Evidencia	
TAREA			
CONTEXTO:			
ÍTEM:			
Opciones de respuesta:			
a) .			
b) .			
c) .			
d) .			
CLAVE:			
JUSTIFICACIÓN:			

Figura 1. Modelo de estructural del ítem.

La imagen muestra la información requerida que se consignará en una hoja de Excel que contiene la lectura de datos que se anidaran con las fórmulas en Látex para la representación visual de la pregunta, a su vez se relacionan a las formulaciones matemáticas producto de los teoremas que fundamentan el resultado algorítmico que da lugar a la respuesta correcta y finalmente se genera un despliegue de las respuesta falsas unidas a su retroalimentación correspondiente, a continuación se comparte una imagen de referencia para los gráficos que serán relacionados en las preguntas:

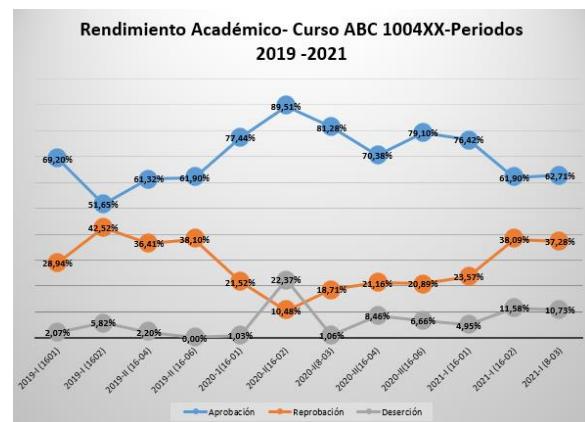


Figura 2. Gráficas de preguntas en Excel



Después del proceso de unificación visual se genera una macro que permite migrar las preguntas de forma masiva al formato Tema D F-7-4-2 como sigue:

Figura 3. Diagramación de preguntas en el formato TEMA D F 7 -4-2

Luego de establecer y consolidar las preguntas en el formato Tema D F 7-4-2 se importan a los bancos de preguntas de la plataforma Moodle en los distintos formatos en particular el XML logrando la visualización de apropiada de las preguntas.

L CONCLUSIONES

Este trabajo es una contribución importante al proceso de construcción de cuestionarios correspondientes a las pruebas Saber T&T y Saber Pro para el entrenamiento, apoyo y fortalecimiento de las competencias de razonamiento cuantitativo de los estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, puesto que la herramienta permite asumir un algoritmo de masificación de preguntas de alta calidad, como un proceso automático, dejando de lado los proceso artesanales, manuales, minimizando los errores en la compilación final de las preguntas en Moodle, errores de compatibilidad entre las fórmulas de Latex y la lectura de la plataforma sin dejar de mencionar los errores en otras sintaxis propias del lenguaje, que permite familiarizar a los estudiantes con la formas de evaluación de la prueba Saber, bajo el marco teórico de evaluación basada en evidencia asumido el ICFES y a los docentes les aporta un recurso tecnico pedagógico para el diseño de preguntas contextualizadas.

mejorar los procesos de evaluación de los cursos que orientan.

Con la implementación de la herramienta de masificación se logra garantizar la calidad de la pregunta, se diversifican las preguntas, permitiendo evidenciar una armonía entre la calidad, una lectura clara, una escritura limpia, interpretación y análisis correcto de la información contenida en las preguntas.

La estrategia utilizada contiene elementos básicos, esenciales de Microsoft Excel, algoritmos sustentados en los fundamentos matemáticos para la razonamiento cuantitativo y los códigos Látex generando finalmente una propuesta afinada de un cuestionario adecuado y bien elaborado con el diseño basada en evidencias

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por el apoyo para la construcción del modelado de ítems para el fortalecimiento de las competencias de razonamiento cuantitativo y el entrenamiento de las pruebas Saber T&T y Saber Pro consideradas en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Giaconi, V., Perdomo, J., Cerdá, G., & Saadati, F. (2018). Prácticas docentes, autoeficacia y valor en relación con la resolución de problemas de matemáticas: diseño y validación de un cuestionario. Enseñanza de las ciencias, 36(3), 99-120.

[2] García, C. A., González, P. A. V., & Rodríguez, J. H. G. (2013). La e-evaluación: dimensión sinérgica del e-MPU. Lineamientos para su implementación.

[3] García-Hernández, A., & González-Ramírez, T. (2018, October). Construction and validation of a questionnaire to assess student satisfaction with mathematics learning materials. In Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 134-138).

[4] Huerta Rosales, M. (2018). Evaluación basada en evidencias, un nuevo enfoque de evaluación por competencias. Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu, 5(1), 159-171.

[5] Iannone, P., & Simpson, A. (2013). Students' perceptions of assessment in undergraduate mathematics. Research in Mathematics Education, 15(1), 17-33.

[6] Isabwe, G. M. N., Reichert, F., & Carlsen, M. (2013, August). Rethinking practices of assessment for learning: tablet technology supported assessment for learning mathematics. In Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE) (pp. 155-159). IEEE.

[7] UNAD (2013). Acuerdo0029 de diciembre 12 de 2013 por el cual se expide el nuevo Reglamento Académico de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D.C.

MLABNARIÑO – PROYECTO LABORATORIO MOLECULAR CON TIC

MLABNARIÑO – MOLECULAR LABORATORY PROJECT WITH TIC

Campaña Bastidas, Sixto Enrique¹, Rosero Rolando Rigoberto², Vallejo Ana Isabel³

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Calle 14 No 29-85, Pasto, Colombia

²Fundación para el desarrollo social y agroindustrial de Colombia – FUDASCOL, Calle 11 No 37-05, Pasto, Colombia

³Hospital Universitario Departamental de Nariño, Calle 22 No 7 - 93, Pasto, Colombia

*sixto.campana@unad.edu.co

Resumen – MlabNariño, es un proyecto que surgió como apoyo en la búsqueda de soluciones que permitieran mitigar las complicaciones derivadas por la pandemia del COVID-19 que se ha vivido desde el año 2020 en todo el mundo. La iniciativa ha permitido que se fortalezca el laboratorio molecular del Hospital Universitario Departamental de Nariño (HUDN), tanto a nivel de dotación de equipos para la toma, procesamiento y entrega de resultados de pruebas RT-PCR, así como en el seguimiento y análisis de los resultados de los pacientes que acudieron al hospital y al laboratorio para la toma de una prueba, ya sea porque tenían COVID-19 o sospechaban padecer el virus asociado. Acorde a lo anterior un elemento diferenciador en el desarrollo del proyecto mencionado, fue la inclusión de herramientas TIC en el desarrollo del mismo, partiendo de la sistematización de la información recolectada de los pacientes que resultaron con positivo para COVID-19, así como la aplicación de modelos de Machine Learning (ML) en el análisis de los resultados obtenidos. La metodología aplicada en este proyecto fue de tipo cuantitativo, correlacional y longitudinal, debido a las características de los objetivos asociados a la misma y los resultados planteados, los cuales fueron en términos generales: el fortalecimiento de la infraestructura física del laboratorio del HUDN, la sistematización de la información recolectada de los pacientes con COVID-19 y la aplicación de herramientas de ML en el análisis de los resultados obtenidos y caracterización de la población con la que se trabajó el proyecto.

Palabras clave— Laboratorio Molecular, Pruebas RT-PCR, TIC, COVID-19.

Abstract - MlabNariño, is a project that emerged as support in the search for solutions that would mitigate the complications derived from the COVID-19 pandemic that has been experienced since 2020 throughout the world. The initiative has allowed the molecular laboratory of the Departmental University Hospital of Nariño (HUDN) to be strengthened, both at the level of equipment provision for the collection, processing and delivery of RT-PCR test results, as well as in monitoring and analysis. of the results of patients who went to the hospital and the laboratory for a test, either because they had COVID-19 or suspected of having the associated virus. In accordance with the above, a differentiating element in the development of the aforementioned project was the inclusion of ICT tools in its development, based on the systematization of the information collected from patients who tested positive for COVID-19, as well as the application of

Machine Learning (ML) models in the analysis of the results obtained. The methodology applied in this project was quantitative, correlational and longitudinal, due to the characteristics of the objectives associated with it and the results proposed, which were in general terms: the strengthening of the physical infrastructure of the HUDN laboratory, the systematization of the information collected from patients with COVID-19 and the application of ML tools in the analysis of the results obtained and characterization of the population with which the project worked.

Keywords— Molecular laboratory, RT-PCR Tests, TIC, COVID-19

I MATERIALES Y MÉTODOS

El Departamento de Nariño está en una zona de frontera, donde se hace necesario adaptar los servicios de salud para la atención de población migrante, causado entre otras cosas por el inminente flujo de personas que circulan entre Colombia y Ecuador, por su ubicación fronteriza y también por el desplazamiento de comunidades a causa del conflicto armado interno. En concordancia con el plan de respuesta del sector salud las fronteras deben ser incluyentes, seguras, sostenibles. En este sentido y dado la situación crítica vivida por causa de la pandemia del COVID-19 en 2020, fue imperativo mejorar la prestación del servicio diagnóstico de COVID-19 y co-morbilidad por otras infecciones, participando en la búsqueda activa de casos, seguimiento de contactos e identificación temprana de casos en procura de reducir el riesgo de transmisión y así evitar el colapso del sistema de salud local y regional que, dicho sea de paso, para el 2020 era insuficiente para atender más de 50 complicaciones de casos (Unidades UCI) simultáneamente en todo el Departamento. Por lo anterior una respuesta por parte del Hospital Universitario Departamental de Nariño (HUDN) y de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), fue proponer y desarrollar el proyecto MlabNariño, el cual permitiera fortalecer la capacidad diagnóstica y de investigación en salud pública en Nariño, para que de esta manera se permitiría disminuir brechas relacionadas con distancia - tiempo y traducidas en retrasos en el control del paciente portador-transmisor de virus.

Luego de la ejecución del proyecto MlabNariño, se logró fortalecer el centro de

atención y diagnóstico en infecciones de alto riesgo para la salud humana, con alta cobertura en el departamento de Nariño y la región suroccidental de Colombia (Putumayo y Cauca), actualmente el Laboratorio Clínico del HUDN, cuenta con equipos de última tecnología, automatizados de biología molecular tales como FilmArray™ y GeneXpert, los cuales son reconocidos para su uso diagnóstico y avalados por entidades nacionales e internacionales para la identificación molecular de patógenos comunes que amenazan la salud humana. Estos equipos sirven para la detección temprana, seguimiento de casos multi-resistentes V.bg. en TBC y tratamiento oportuno, disminuyendo la estancia hospitalaria prolongada y el riesgo de complicaciones asociadas al cuidado de la salud. Por otra parte, para la transferencia de información y análisis del comportamiento de la infección en las poblaciones atendidas por HUDN, se adaptaron sistemas de información con tecnologías de inteligencia artificial, los cuales permitieron encontrar patrones y características inmersas en la información recolectada, que llevaron al desarrollo de análisis profundos de lo que sucede con la infección en estudio, que se espera en el futuro cercano sean tenidas en cuenta para la toma de decisiones.

Teniendo en cuenta lo anterior en este documento se describe a manera de resumen el problema que motivó la investigación, los objetivos planteados, la metodología aplicada y los resultados obtenidos.

A Problema

De manera específica el problema que buscó solucionar el proyecto MlabNariño fue:

"Limitadas capacidades en CTel del Hospital Universitario Departamental de Nariño (HUDN) para atender problemáticas asociadas con agentes biológicos de alto riesgo para la salud humana", donde se identificó que en el año 2020 en el departamento de Nariño y en especial en el HUDN, se presentaba una deficiencia en la infraestructura de laboratorios Clínicos para el diagnóstico y procesamiento de muestras portadoras de agentes biológicos de alto riesgo causantes de eventos de interés en salud pública.

B Objetivos

Objetivo General: Mejorar las capacidades en CTel del Hospital Universitario Departamental de Nariño para atender problemáticas asociadas con agentes biológicos de alto riesgo para la salud humana".

Indicador(es) que midieron el cumplimiento del objetivo general: Número de Laboratorios del HUDN fortalecidos con nivel de Bioseguridad BSL2 para atender problemas asociada agentes biológicos de alto riesgo para la salud humana.

Meta: 1 Fuente de verificación: informe realizado por la supervisión asignada para la ejecución de proyecto donde se dé cuenta de la verificación de infraestructura adecuada, número de diagnósticos realizados, sistemas de monitores desarrollado y demás entregables asociados, propuestos en los tres objetivos que conforman el proyecto.

Objetivos específicos:

Objetivo específico 1: Mejorar la infraestructura del área de RT-PCR del laboratorio clínico del HUDN para el procesamiento de muestras y la detección de agentes biológicos de alto riesgo para la salud humana.

Objetivo específico 2: Prestar servicios científicos y tecnológicos para el procesamiento de pruebas RT-PCR para el diagnóstico temprano de eventos de interés en salud pública de alto impacto.

Objetivo específico 3: Fortalecer el programa de vigilancia y monitoreo que permita el reporte de información y control sobre eventos de interés en

salud pública ocasionado por agentes biológicos de alto riesgo para la salud humana.

C Metodología

MlabNariño fue un estudio de tipo cuantitativo debido a que relacionaron elementos estadísticos en el mismo, así como la medición de fenómenos como los ocurridos por causa de agentes infecciosos, tipo COVID-19, además se hicieron análisis causa efecto en cada una de las situaciones donde fue necesario hacerlo acorde con los objetivos específicos definidos. Por otro lado, fue de tipo correlacional debido a que se analizó la situación propuesta desde diferentes tópicos, teniendo en cuenta los elementos que hicieron parte de la misma y que ayudaron a explicar las causas asociadas y las consecuencias generadas, cuantificando las relaciones entre las variables que hicieron parte del estudio, que a su vez permitieron desarrollar herramientas para predecir posibles situaciones complejas asociadas con los agentes infecciosos y su comportamiento en la población Nariñense. Con respecto al diseño investigativo, este se definió como longitudinal, debido a que se analizaron los cambios que se generaron con respecto a la situación infecciosa estudiada a través del tiempo, en determinados períodos o momentos específicos.

II RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel general los resultados obtenidos obedecieron a lo planteado en el proyecto, teniendo en primer lugar un laboratorio fortalecido en el HUDN, (ver figura 1), el cual presta sus servicios de realización de pruebas RT-PCR y otras asociadas a todo el Departamento de Nariño, norte del Ecuador, sur del Cauca y a gran parte del departamento del Putumayo. Se espera que a futuro se siga fortaleciendo y ampliando su gama de servicios en pro de ayudar a toda la población de los lugares antes mencionados.

EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



Figura 1. Laboratorio HUDN Fortalecido

En segunda instancia se desarrollaron varios aplicativos de software, IoT y de ML que actualmente están permitiendo sistematizar la información que día a día se genera en el laboratorio, ayudan como elementos de protección personal para ambientes cerrados y también con el diseño y aplicación de ML para la predicción del comportamiento del virus en pacientes que lo padecen, ver figura 2, software de sistematización, ver figura 3, IoT EPP y ver figura 4 software ML.



Figura 2. Software Mlab Captura datos pacientes con COVID.

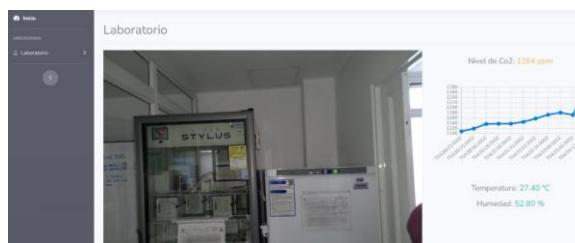


Figura 3. Sistema IoT EPP

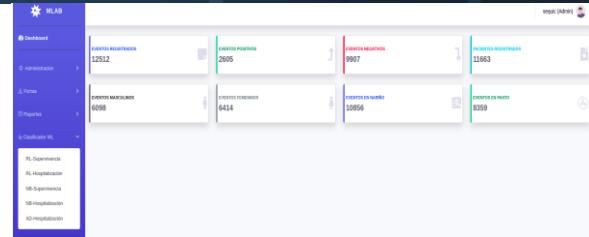


Figura 4. Software ML MlabNariño

III CONCLUSIONES

MlabNariño ha sido una iniciativa que ha estado acorde con la estrategia PRASS: Pruebas, Rastreo y Aislamiento Selectivo Sostenible, dado que se ha podido llegar a más de 18000 mil personas del departamento de Nariño, inicialmente con la realización de la prueba RT-PCR, con el fin de saber si una persona tiene o no el virus del COVID-19; en segundo lugar con el fin de apoyar el desarrollo social y laboral de las mismas, en el sentido de poder brindar un tipo de garantía de que la persona se ha realizado la prueba y si esta ha sido negativa, pueda continuar realizando sus labores sociales y laborales, insistiendo con las recomendaciones que se deben tener en cuenta para evitar el contagio, pero brindando la oportunidad de que sigan su vida en la nueva normalidad. Por otra parte, si la prueba resultó positiva, es decir las personas tienen el virus, se han realizado seguimientos e identificación del cerco epidemiológico con el fin de brindarles algunas recomendaciones que les permitan manejar la enfermedad y al mismo tiempo eviten ser factores de contagio con sus círculos sociales y familiares. Este impacto ha sido evidenciado en diferentes lugares del departamento de Nariño, iniciando desde la capital Pasto, con el apoyo en la aplicación de pruebas a personas de universidades, locales comerciales, empresas, entre otros. Así como también en diferentes municipios del departamento, tales como: Ipiales, Túquerres, Sandoná, Samaniego, entre otros. En estos lugares se trabaja con diferentes tipos de población: personas de bajos recursos, personal de la salud, personas recluidas en centros penitenciarios, comerciantes, profesores, personas del sector

público, entre otras.

El proyecto ha permitido que se haga una caracterización de los diferentes tipos de personas que se han contagiado en el departamento de Nariño con COVID-19, identificando los estratos sociales que más han golpeado la pandemia, no sólo con la situación social que ha generado la misma, sino también con el padecimiento del virus, siendo los estratos 1 y 2 los más representativos. También se ha podido evidenciar que este virus es un enemigo silencioso, que acorde con las más de 18000 pruebas realizadas, en un alto porcentaje de los contagiados, estos no presentaron síntomas, siendo una alerta de que el virus está presente y en muchos casos sin saber lo cerca que está y el peligro que representa al poder generar más contagiados. También se ha logrado identificar las profesiones, los tipos de vivienda, la cantidad de veces que se alimenta una persona contagiada, los círculos cercanos que han podido ser factor contaminante, las afecciones más comunes que genera, los medicamentos que le han recetado, los remedios caseros que ha utilizado, entre otros factores que hacen del proceso realizado con el proyecto, elementos investigativos importantes y a tener en cuenta en el manejo de la pandemia que hoy vivimos.

A nivel de oportunidad de servicios del HUDN, Antes de la pandemia no se contaba con un

laboratorio molecular en el HUDN, ahora gracias al proyecto se cuenta con uno, que significa mayor oportunidad y pertinencia para todas las personas del departamento y de la región que constituyen el área de influencia, que comprende los departamentos de Cauca, Putumayo y Norte del Ecuador principalmente. La pandemia en un momento determinado se manejará completamente, pero el laboratorio quedará y permitirá afrontar nuevos retos y nuevas pandemias o enfermedades infecciosas que amenacen la salud de las personas.

REFERENCIAS

- [1]JALARCÓN, VICENÇ FERNÁNDEZ. Desarrollo de sistemas de información: una metodología basada en el modelado. Univ. Politèc. de Catalunya,
- [2]BERNAL-ACEVEDO, Oscar; FORERO-CAMACHO, JUAN CAMILO. Sistemas de información en el sector salud en Colombia. Revista Gerencia y Políticas de Salud, 2011, vol. 10, no 21, p. 85-100.
- [3]CASTRO, JOSÉ MARIO MARTÍNEZ, RENÉ E. CUEVAS VALENCIA, AND VALENTÍN ÁLVAREZ HILARIO. Desarrollo rápido de aplicaciones y puesta a punto. Revista vínculos 8.1 (2011): 194-199.
- [4] DE SOUTO, M. C. P., et al. Técnicas de aprendizado de máquina para problemas de biología molecular. Sociedade Brasileira de Computação, 2003.
- [5] INS. https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Coronavirus.aspx?fbclid=IwAR23-rsbK3tUI5oRnyznHW3kYEWLWPULbA0tB4WVFjDy6A066qzLprjl_vo. 14 de Abril de2020.<https://www.ins.go>.

HUMANIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN VIRTUAL EN PENSAMIENTO LÓGICO MATEMÁTICO.

HUMANIZATION OF VIRTUAL EDUCATION IN MATHEMATICAL LOGICAL THINKING.

Martínez Baez, Ciro Efraín*, Dominguez Bonilla, Sandra J, Castaño, Carolina, Gómez Argote, Mireya

¹ Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Cl. 14 Sur #14-23, Bogotá, Colombia

² Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Calle 6 # 36-60, Cali, Colombia

³ Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Av. Pastrana # 19 - 50 sur, Pitalito, Colombia

Resumen –

Si bien es cierto la educación a distancia se convierte en una oportunidad para quienes, por situaciones laborales, familiares, económicas, entre otras les es imposible acudir a un aula presencial, garantizando así el derecho a la educación y logrando una cobertura importante; se le ha endilgado la falta de contacto e interrelación entre estudiantes, así como entre éstos y sus docentes, hecho que se ve desdibujado en la educación a distancia mediada con la tecnología en los procesos de comunicación sincrónica, por el acercamiento y diálogo en tiempo real.

Otro de los aspectos considerados importantes en el conocimiento humano es la mitificación de la matemática como ciencia exacta que genera reticencia al fluido aprendizaje por parte de diferentes estudiantes con inteligencias múltiples diversas al conocimiento del número. Sin embargo, el curso de Pensamiento Lógico y Matemático, así bien lo ha entendido la UNAD, es importante en la adecuada organización de las estructuras mentales que se convierten en pensamientos que habrán de comunicarse a través del lenguaje de manera ordenada y acertada para llegar a conclusiones adecuadas que vayan construyendo conocimiento.

Palabras clave—

Comunicación sincrónica, inclusión, interdisciplinariedad, humanizar, Lógica y sustentación.

Abstract - While it is true that distance education becomes an opportunity for those who, due to work, family, economic or other situations, are unable to attend a classroom, thus guaranteeing the right to education and achieving significant coverage, it has been blamed for the lack of contact and interrelation between students, as well as between them and their teachers, a fact that is blurred in distance education mediated with technology in the processes of synchronous communication, by the approach and dialogue in real time.

Another aspect considered important in human knowledge is the mythification of mathematics as an exact science that generates reluctance to fluid learning by different students with multiple intelligences diverse to the knowledge of numbers. However, the Logical and Mathematical Thinking course, as UNAD has

well understood, is important in the proper organization of mental structures that become thoughts to be communicated through language in an orderly and accurate way to reach appropriate conclusions that will build knowledge.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

El encuentro sincrónico (sustentación) se emplea como una estrategia en el curso Pensamiento Lógico Matemático para fortalecer la relación estudiante-tutor y humanizar el proceso de evaluación.

Para el desarrollo de la actividad, se establece comunicación sincrónica a través de herramientas como Skype, foros, WhatsApp, Teams, correos, padlet, sitio web del curso y/o de manera presencial.

Dentro del desarrollo del encuentro sincrónico (sustentación), se establece una comunicación asertiva con el estudiante, de manera cálida y amable se genera un ambiente favorable que le permita identificar fortalezas y debilidades, permitiendo una apropiación significativa del conocimiento.

Las herramientas tecnológicas permiten motivar y recordar al estudiante la responsabilidad de presentarse al encuentro, al recibir mensajes de quienes ya han participado en el encuentro y socializan a través de los grupos su experiencia particular, hecho que sirve como incentivo a la participación de los compañeros.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en el análisis de la información consignada en encuesta a estudiantes del curso Pensamiento lógico Matemático periodo 16-01 del año 2020, se evidencia que la estrategia planteada desde la red de curso ha sido apropiada

Translated with www.DeepL.com/Translator
 (free version)

Keywords— Synchronous communication, inclusion, interdisciplinarity, humanize, Logic and support.

y bien recibida por los estudiantes activos en el curso.

Cuando la población es finita, (Se conoce el número de estudiantes), como es el caso del curso de Pensamiento Lógico Matemático, se utiliza la fórmula.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N-1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Fórmula 1. Tamaño de la muestra en poblaciones finitas.

En donde:

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza. Probabilidad que las respuestas sean ciertas, Para un nivel de confianza del 90%, Z=1,65. Para un 95%, Z= 1,96. Para 99% de NC, Z= 2,58

p = probabilidad de éxito. Fracción de individuos que poseen una característica específica.

q = probabilidad de fracaso. Fracción de individuos que no poseen una característica específica $q = (1 - p)$

e = Margen de error (Error máximo admisible) Es la diferencia entre las respuestas de la muestra y de la población. Ejemplo si consideramos un $\pm 5\%$ $e=0,05$

Aplicando esta fórmula, se encuentra el tamaño de la muestra de manera informativa, encontrando

para el curso cuál es dicha cifra y se obtiene el resultado contemplado en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Tamaño de la muestra

N	6543
Z	2,58
(Z)2	6,6564
p	0,95
q	0,05
e	0,033
n	278

Como se deduce de la tabla 1, para el curso de Pensamiento Lógico Matemático la muestra es de 278 estudiantes, con un nivel de confianza del 99% y un margen de error del 3,3%.

La percepción de 278 estudiantes que dieron respuesta a la encuesta con respecto al encuentro sincrónico (sustentación) se presenta en la siguiente gráfica:

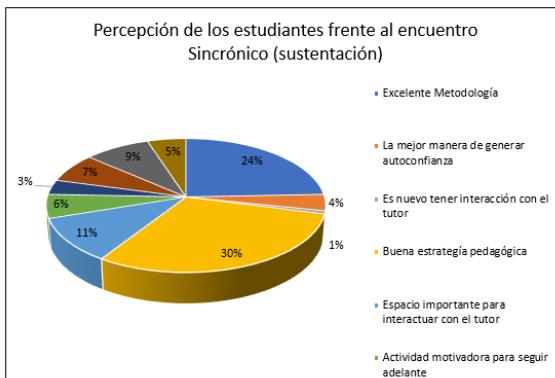


Figura 1. Percepción de los estudiantes frente al encuentro sincrónico (Sustentación)

La gran mayoría de los estudiantes encuestados, coinciden en que el encuentro sincrónico (sustentación) es una excelente estrategia del curso que les permite demostrar el dominio en las temáticas, además de interactuar con el tutor.

Por otro lado, la mayoría de los estudiantes indican que esta estrategia se implemente en otros cursos para fortalecer sus competencias.

Al iniciar la actividad, se evidencia cierto nivel de temor, que va cambiando en la medida que se avanza, tornándose amigable y amena, de manera que el estudiante presenta el desarrollo de los ejercicios de forma espontánea.

La sustentación no ha sido un impedimento para los estudiantes con condiciones especiales (ciegos, sordos, mudos, comorbilidad físicas y cognitivas), pues desde la red de curso se buscan diferentes métodos y herramientas, brindando un acompañamiento integral, pertinente y oportuno.

III. CONCLUSIONES

La estrategia del encuentro sincrónico (sustentación), permite establecer un contacto más cercano con los estudiantes, esta experiencia brinda la oportunidad de conocer aparte del dominio de las temáticas del curso, las diferentes condiciones o situaciones que viven para poder cumplir con sus compromisos académicos.

Por ejemplo, se evidenciaron dificultades que tienen algunos estudiantes para tener conexión a internet, o algunos con carencia de equipos, motivo por el cual se buscaban otras herramientas como WhatsApp; o lugares donde tenían señal (Centros de la UNAD o Café internet)

Algunos estudiantes viven en condiciones precarias, pero en la sustentación se les aprecia un gran compromiso e ímpetu para seguir adelante con sus estudios.

La estrategia es incluyente ya que entre los estudiantes encontramos Personas con Discapacidad (PCD) o en Situación de Discapacidad que, a través de un acompañamiento interdisciplinar, algunos a través del traductor, otros con apoyo de familiares para la video llamada, logran superar su dificultad y apropiarse del conocimiento.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento al proyecto WORLD PENDULUM ALLIANCE es cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea mediante el convenio de subvención 598929-EPP-1-2018-1-PTEPPKA2-CBHE-JP y a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y en especial a la Escuela de Ciencias Básicas Tecnologías e Ingenierías – ECBTI, por brindar un espacio de humanización que apoya la labor educativa en pro de la educación de nuestro país.

REFERENCIAS

Martínez, C. E., Puentes, E., & Laverde, E. (2020, junio). Estudio de opinión y satisfacción basado en una encuesta. (No 1). UNAD.

Afanador, J. A. L. (2021, 23 agosto). Educación, virtualidad e innovación | Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/5081>

Chong - Baque, P. G., & Marcillo-García, C. E. (2020). Estrategias pedagógicas innovadoras en entornos virtuales de aprendizaje. Estrategias pedagógicas innovadoras en entornos virtuales de aprendizaje, 56–77.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7539680>

Ortega Carrillo, J. A. (2009). Educación, Movilidad Virtual y Sociedad del Conocimiento. En J. A. Fuentes Esparral, Y. Aragón Carretero, & M. C. Robles Vilchez (Eds.), Educación, Movilidad Virtual y Sociedad del Conocimiento (1.a ed., Vol. 1, pp. 598–605). Editorial NATÍVOLA S.L.

Covarrubias Hernández, L. Y. (2021). Educación a distancia: transformación de los aprendizajes. Telos Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 23(1), 150–160.

<https://doi.org/10.36390/telos231.12>

Loza Tello, C. E., & Villafaña Montiel, L. G. (2019). 4th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT (1.a ed., Vol. 1). REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa, Madrid, Spain.

Navarrete MendietaG., Guamán CoronelM. de los Ángeles, Arteaga MarínM. I., & Guamán CoronelD. C. (2020). Aulas virtuales como mediación pedagógica para la inclusión y discapacidades. PUBLICACIONES, 50(2), 31–39.

<https://doi.org/10.30827/publicaciones.v50i2.13941>

SISTEMA DE APOYO A LA GESTIÓN DE REGISTROS CALIFICADO

QUALIFIED RECORD MANAGEMENT SUPPORT SYSTEM

López Ortiz Iván Arturo¹, Hernando José Peña Hidalgo², Alexandra Aparicio³

Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD” Ingeniería de Sistemas, grupo Byte in Design
Colombia

Ivan.lopez@unad.edu.co

Resumen -El presente informe es producto de un proyecto de investigación de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, A partir de este, se identificó que la escuela ECBTI (Escuela de Ciencias Básicas e Ingeniería), en la actualidad, está soportando todas sus actividades desde los procesos y procedimientos generados por la alta dirección de la universidad, establecidos con formatos procedimentales, muchos de ellos sin hacer uso de sistemas de información y con soporte tecnológico básico, basado en herramientas de gestión. Es así como el proyecto tomó el proceso de gestión de la oferta educativa en sus procedimientos: nuevo registro calificado y renovación de registro (p-8-1 y p-8-3), para dar inicio a lo que posterior será un diseño arquitectónico que cubra todas las instancias y requerimientos de la Escuela. El inicio de la arquitectura aquí propuesta utiliza como framework de trabajo TOGAF donde se abordaron las fases: preliminar, visión de arquitectura, arquitectura de negocios, arquitecturas de sistemas de información y arquitectura de tecnología. En el momento se cuenta con una versión inicial de un desarrollo para apoyar los procedimientos antes mencionados.

Palabras clave— autoevaluación, Oferta educativa, procesos, procedimiento, registro calificado,

Abstract - This report is the result of a research project of the School of Basic Sciences, Technology and Engineering. From this, it was identified that the ECBTI school (School of Basic Sciences and Engineering) is currently supporting all its activities from the processes and procedures generated by the university's top management, established with procedural formats, many of them without using information systems and with basic technological support, based on management tools. This is how the project took the management process of the educational offer in its procedures: new qualified registration and renewal of registration (p-8-1 and p-8-3), to start what will later be an architectural design that covers all the instances and requirements of the School. The beginning of the architecture proposed here uses TOGAF as a framework where the following phases were addressed: preliminary, architectural vision, business architecture,

¹ Ivan.lopez@unad.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-3619-0689>

² Hernand.pena@unad.edu.co, <http://orcid.org/0000-0002-3477-2645>

³ alexandra.aparicio@unad.edu.co, <http://orcid.org/0000-0002-7567-6510>



EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



information systems architecture and technology architecture. At the moment there is an initial version of a development to support the aforementioned procedures.

Keywords— educational offer, processes, procedure, qualified registration, self-evaluation.



I. MATERIALES Y MÉTODOS

El framework TOGAF, en términos simples se dice, [1] “es una herramienta para asistir en la aceptación, creación, uso, y mantenimiento de arquitecturas. Está basado en un modelo iterativo de procesos apoyado por las mejores prácticas y un conjunto reutilizable de activos arquitectónicos existentes”, El proyecto desarrollado inició con un estudio de estado actual que se encuentra la ECBTI en términos de Arquitectura de negocio, arquitectura de información y arquitectura de tecnología. Este proyecto se realizó de acuerdo al ciclo de vida de ADM Togaf [2].

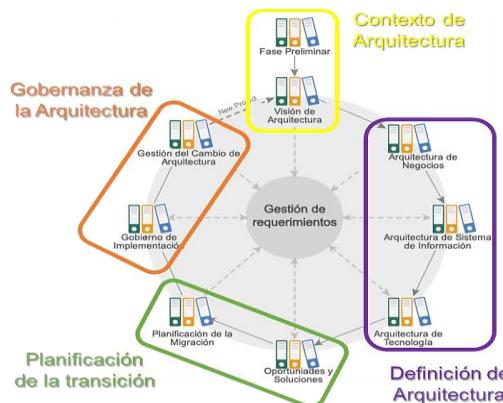


Figura 1. Ciclo de vida ADM TOGAF

Este framework nos propone las siguientes visiones: Visión de la Arquitectura. [2] “En donde se idéntico las partes interesadas, sus inquietudes y requerimientos de negocio”, reconociendo sus preocupaciones, las restricciones de organización, financieras, externas, entre otras. También se propone el plan de comunicación con los productos de entrega y el plan de evaluación de capacidades, la cual se indica en la figura 2

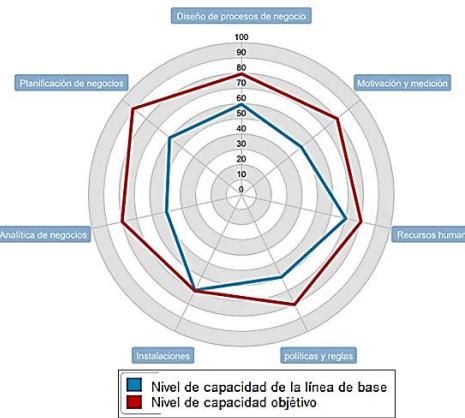


Figura 2. Capacidades de TI para el desarrollo de la arquitectura

En el plan de evaluación se identificaron las capacidades: nivel de capacidad de la línea base y el nivel de capacidad objetivo, que permite establecer la brecha y el enfoque que se requiere para su reducción. En este caso se busca disminuir 20 puntos a la brecha de la capacidad “diseño de procesos de negocio”, para esto se debe alinear estos procesos con los propios de la Escuela, 30 puntos en Motivación y medición, 10 puntos en recursos humanos, 20 puntos en políticas y reglas, 0 puntos en Instalaciones (lo que indica requiere gestión inicial), 30 puntos en Analítica de negocio y 30 puntos en Planificación de negocios.

También se realizó la evaluación de capacidades relacionadas con TI, la cual se puede observar en la figura 3

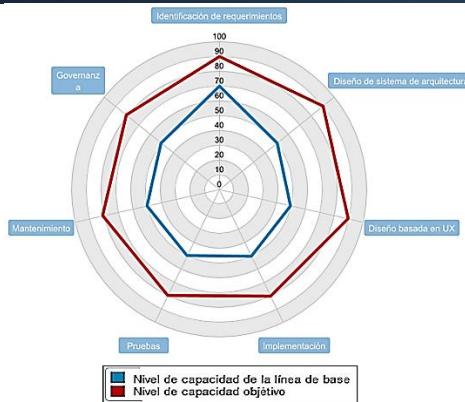


Figura 3. Evaluación de capacidades de TI Para apoyar el Desarrollo Arquitectura

En relación con estas capacidades, se encontraron las siguientes brechas: 20 puntos en identificación de requerimientos, 40 puntos en diseño de sistema de arquitectura, 40 puntos en diseño basado en UX, 30 puntos en implementación, 30 puntos en pruebas, 31 puntos en mantenimiento, 30 puntos en gobernanza.

Uno de los aspectos encontrados en el proyecto inicial es que la ECBTI, genera y administra gran parte de su información a partir de documentos que cada uno de sus miembros tienen almacenados en sus propios repositorios como son: archivos de gestión almacenados en los discos duros de sus computadores, en la SAN Institucional, además utilizan herramientas de almacenamiento en la nube creadas con cuentas personales como Google Drive, OneDrive entre otros, sin que la universidad tenga un control o acceso a esta información, lo que convierte al proceso de gestión de la información en una de las actividades más compleja dado que se requiere del conocimiento y de la memoria que cada uno de los funcionarios tenga con relación a la información solicitada en determinado momento. En este sentido, se toma el proceso de gestión de la oferta educativa en sus procedimientos: gestión de nuevos registros calificados y renovación de registros calificados, donde se involucra la gestión de la información, del conocimiento organizacional, el cual tiende a ser complejo dado

que también interviene la normatividad planteada por el sistema de calidad de la universidad SIG [3], los lineamientos establecidos para la sala CONACES, el CNA. Lineamientos institucionales, además de los propios de la ECBTI.

Para los líderes de programa es fundamental recoger todas las evidencias que se tengan en cada uno de los centros del país y si bien existe documentación consolidada por el SIG, en la escuela no existe un documento que rija los pasos de principio a fin en torno a recolección, análisis y tratamiento de esta información, convirtiéndose esta tarea en una necesidad de recopilación de información inmediata por parte de los líderes de programa, secretarios académicos, decanos y en muchas ocasiones se recurre a la memoria como fuente de información. Cabe mencionar que estos procedimientos no solo se tratan de recolección si no de garantizar la calidad, durabilidad y pertinencia de estos.

Por otra parte, el no contar con estos procesos de organización de la información puede conllevar a la perdida histórica del ciclo de vida de un programa. En síntesis y siendo la gestión de la información un proceso fundamental en toda organización; es importante organizarla al interior de la ECBTI enfatizando en las actividades de renovación y actualización curricular.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del proyecto en mención se cuenta con una versión preliminar de una aplicación software que permite apoyar la gestión y seguimiento a los procedimientos (p-8-1 y p-8-3) diseñada bajo el esquema de plantillas que puede permitir gestionar la información de los registros calificados de manera sistemática y de fácil consulta, como se presenta a continuación.

EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional

La aplicación se ha denominado SAGC, (Sistema de apoyo a la Gestión de Registros Calificados), el cual cuenta con un panel lateral de administración (ver figura 4)

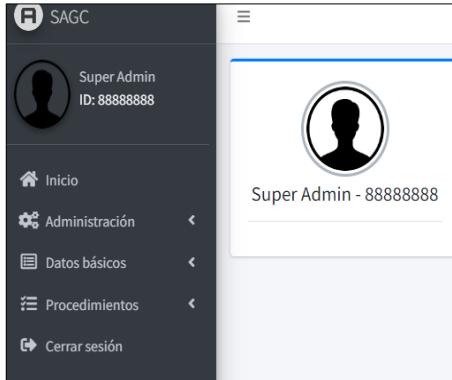


Figura 4. Menú Principal SAGC

En la opción de administración se establecen las opciones básicas como roles, usuarios perfiles, zonas y centros (ver figura 5)

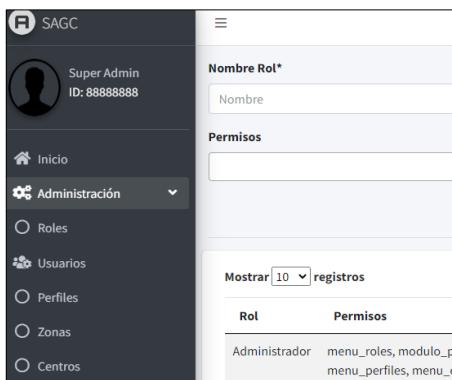


Figura 5. Definición perfiles

En la opción de datos básicos se establecen las escuelas, los programas, los recursos necesarios para ejecutar el procedimiento y se crea la plantilla base para un procedimiento en particular (ver figura 6)

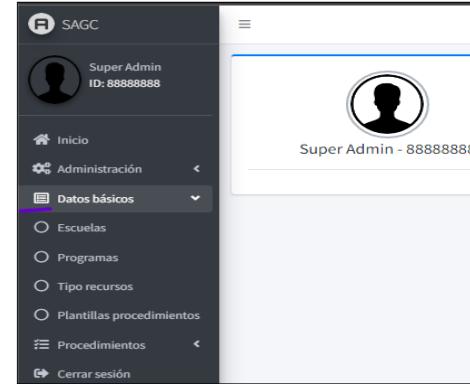


Figura 6. Gestión de datos básicos

Algunos recursos pueden ser: Actas, actos administrativos, archivo de soporte, grupos de trabajo (ver figura 7)

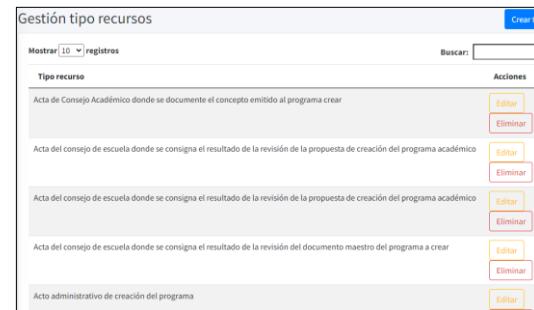


Figura 7. Definición Recursos

Las plantillas, se crean de acuerdo a los procedimientos establecidos por la universidad y permiten la flexibilidad en el momento de modificaciones o cambio de versiones, las plantillas están asociadas al registro de actividades (ver figuras 8 y 9)

EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



Personalizar plantilla

Guardar plantilla

Tipo	Actividad	Tiempo (días)	Insumos	Productos	Acciones
▶	Inicio	-	-	-	
⚙️	Formular la propuesta de creación del programa	3	+ +	+ +	Eliminar
⚙️	Presentar la propuesta de creación del programa a Consejo de Escuela	5	+ +	+ +	Eliminar
💡	¿Se aprueba la propuesta	1	+ +	+ +	Eliminar
		17			

Figura 8. Personalización de plantilla

Gestión de actividades

Crear Actividad

Mostrar 10 registros Buscar:

Actividad	Tipo	Tiempo	Acciones
Difundir la información del registro calificado	Actividad	5	+ / -
¿Se otorga registro calificado?	Decisión	1	+ / -
Contestar en recurso de reposición	Actividad	3	+ / -

Figura 9. Personalización de Actividades

Luego se registran los procedimientos y se asocian las actividades a cada uno de los actores involucrados. (Ver Figura 10)

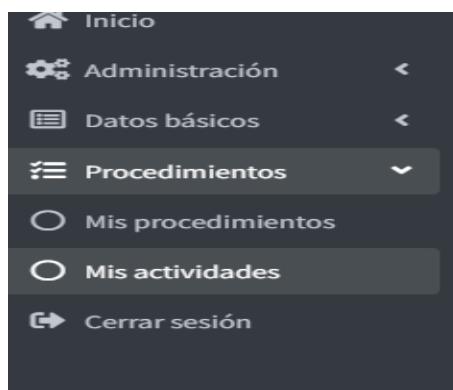


Figura 10. Procedimiento

En la figura 11 se presenta los procedimientos creados sin asignación

Gestión de procedimientos					
Procedimiento	Estado	Fecha Inicio	Programa	Tipo	Acciones
Especificación en Ingeniería agroforestal	Activo	2022-02-23	INGENIERIA DE SISTEMAS	Revisión	Ver Editar Borrar
GESTIÓN DE NUEVOS REGISTROS CALIFICADOS	Finalizado	2022-12-03	INGENIERIA DE SISTEMAS	Nuevo registro calificado	Ver Editar Borrar
Mostrando registros del 1 al 2 de un total de 2 registros					
Anterior			1	Siguiente	

Figura 11. Creación de Procedimiento

En la Figura 12 se puede observar el seguimiento, avances y control de alertas para el caso de retrasos o documentación no aceptada

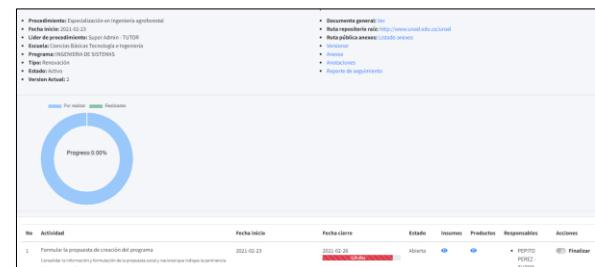


Figura 12. Seguimiento a los procedimientos

En la siguiente opción se gestiona la información del documento maestro y el historial que este ha tenido a lo largo del proceso y del tiempo una vez aprobado el registro calificado ver figura 13

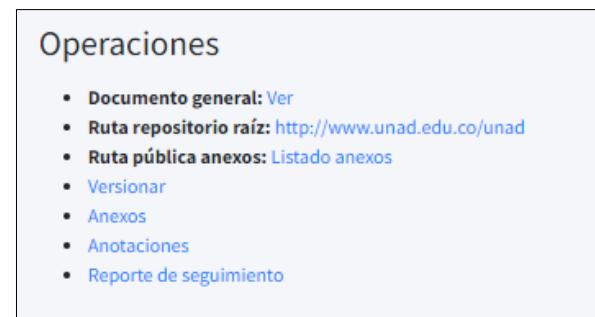


Figura 13. Enlaces de repositorio

Para finalizar el software permite el control de las actividades que cada uno tiene a cargo y el estado en que estas se encuentran (ver figura 14)

EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional

Mis actividades	Selccione un procedimiento					
GESTIÓN DE NUEVOS REGISTROS CALIFICADOS						
Orden	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Cierre	Procedimiento	Estado	Acciones
3	Formular Plan operativo de la Escuela.	2020-12-13	2020-12-17	GESTIÓN DE NUEVOS REGISTROS CALIFICADOS	Finalizada	Ver

Figura 14. Autogestión de actividades



REFERENCIAS

III. CONCLUSIONES

La arquitectura empresarial es una estrategia como solución a la integración de la arquitectura tecnológica, sistemas de información y procesos de negocios. Implementar la arquitectura empresarial, no se trata de establecer un conjunto de aplicaciones de servicios informáticos, ni tampoco se trata de integrar aplicaciones del negocio; la arquitectura empresarial va más allá, debe integrar los sistemas a los procesos del negocio de forma que genere una ventaja competitiva y se convierta en una estrategia de la ECBTI.

Al realizar el estudio de la Arquitectura empresarial se identificó una de muchas brechas tecnológicas en este caso la necesidad de construir una aplicación que permita el seguimiento y control de los procesos de registros calificados

Se espera que el desarrollo realizado puede ser utilizado y validado en los programas de la ECBTI y de las otras escuelas de la universidad

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el apoyo de la ECBTI para la consecución de información y pruebas iniciales al desarrollo propuesto.

[1] TOGAF, «<http://pubs.opengroup.org/>,» 2013. [En línea]. Available:

<http://pubs.opengroup.org/architecture/togaf8-doc/arch/chap30.html>.

[2] P. Suárez y J. Rubido, «cyta,» Mayo 2017. [En línea]. Available:

<http://www.cyta.com.ar/ta/article.php?id=160402>.

[3] SIG, 2015. [En línea]. Available:

<https://sig.unad.edu.co/>. [Último acceso: 2018].

[4] I. A. López Ortiz y H. J. A. A. Peña, «Modelado de procesos de negocio para la obtención y renovación de registro calificado utilizando Togaf,» *Inventum*, vol. 15, nº 25, pp. 33-50, 2020.

DESARROLLO DE UN APLICATIVO WEB PARA LA INTEGRACIÓN Y USO DEL LABORATORIO REMOTO WORLD PENDULUM ALLIANCE

DEVELOPMENT OF A WEB APPLICATION FOR THE INTEGRATION AND USE OF THE WORLD PENDULUM ALLIANCE REMOTE LABORATORY

Torres-Payoma, Freddy^{1*}, Cruz-López, Carlos²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Docente ECBTI, Bogotá, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Estudiante Ing. Sistemas, Bogotá, Colombia

*freddy.torres@unad.edu.co

Resumen - El proyecto parte del diseño y desarrollo de la aplicación web PendUnad sobre un entorno virtual, cuyo objetivo se fundamenta en la realización de actividades prácticas de forma remota en el área de la física. El aplicativo ofrece la posibilidad de analizar el sistema físico del péndulo simple, mediante simulaciones interactivas desarrolladas con datos obtenidos en tiempo real de péndulos físicos ubicados en las instalaciones de la universidad y a nivel mundial. La importancia del proyecto parte de la posibilidad de brindar a los estudiantes, docentes y cualquier persona interesada, una herramienta de apoyo al acceso virtual al laboratorio físico de manera remota del programa WPA@ELAB en gestión del análisis estadístico y matemático del proyecto World Pendulum Alliance-UNAD, cofinanciado por Erasmus+.

Palabras clave— Laboratorios a distancia, Péndulo, Laboratorio Remoto, Simulación, aplicación web.

Abstract - The project is based on the design and development of the PendUnad web application on a virtual environment, whose objective is based on the realization of practical activities remotely in the area of physics. The application offers the possibility of analyzing the physical system of the simple pendulum, through interactive simulations developed with data obtained in real time from physical pendulums located in the university facilities and worldwide. The importance of the project stems from the possibility of providing students, teachers and anyone interested with a tool to support virtual access to the physical laboratory remotely of the program WPA@ELAB in management of statistical and mathematical analysis of the World Pendulum Alliance-UNAD project, co-financed by Erasmus +.

Keywords— Remote labs, pendulum, Remote Lab, Simulation, web application.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

En la actualidad, la informática y las ciencias de las tecnologías de la información permiten el desarrollo de soluciones tecnológicas para situaciones problemáticas de cualquier ámbito de la vida real de una manera eficaz [1]. Entre tanto, el curso de Física General 100413 de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, en sus estrategias pedagógicas han propuesto el uso de laboratorios remotos como opción a simulaciones y laboratorios in-situ [2]. Actualmente, la UNAD es partícipe activo del proyecto internacional World Pendulum Alliance que es financiado por una Beca de ERASMUS+ de la Unión Europea [3]. El experimento consiste en la instalación de un montaje físico-mecánico pendular gravitacional, a través de una conexión remota y sincrónica envía datos desde el experimento para procesarlos mediante la aplicación e-Lab desarrollada por Linkare®, que está conectada a la red de péndulos instalados a nivel mundial, dentro de los cuales está un péndulo principal ubicado en la sede principal de la Universidad en Bogotá y otros péndulos secundarios que se han instalado en diferentes puntos del país [4], en la Figura 1 se aprecia el montaje experimental del péndulo instalado en Bogotá, disponible en la red del e-Lab.

A partir de lo anterior, el desarrollo del aplicativo web PendUnad permitirá procesar los datos obtenidos del experimento del laboratorio remoto del World Pendulum Alliance por parte de los estudiantes de la UNAD y externos, teniendo en cuenta variables y cálculos que podrán obtener de manera inmediata, y a su vez también permite obtener un imprimible que evidencia la experiencia y su análisis fisicomatemático. La aplicación web PendUnad es creada mediante el uso de lenguajes de programación en desarrollos con HTML5, CSS y Javascript, a través del editor de código fuente Visual Studio Code,

considerando el sistema de adquisición de datos (SAD), interfaz de usuario y análisis estadístico WPA@elab con el software de Matlab.

La metodología implementada está discretizada en cinco fases.

Fase 1: Recolección de Información y Análisis de Requerimientos

En [5] se indaga sobre la especificación de requerimientos de software y lo que comprende el levantamiento de un listado de funcionalidades que se requieren para que el sistema deba ejecutar variables, así como también se debe establecer las necesidades que el usuario tiene con respecto a la solución informática, estos requerimientos funcionales deben expresar ampliamente la funcionalidad que el sistema proveerá. Dentro de los criterios establecidos para dar prioridad a los requerimientos del sistema, están los siguientes: importancia, impacto negativo, costo y riesgo. Los requerimientos se clasifican teniendo en cuenta sus condiciones de operatividad y características dentro de los cuales están; requerimientos funcionales, requerimientos no funcionales y requerimientos de dominio.

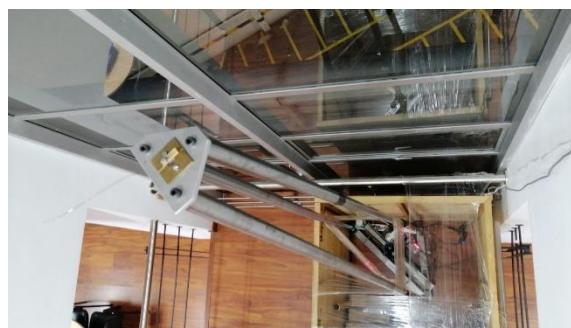




Figura 1. Péndulo principal instalado en la sede nacional José Celestino Mutis de la UNAD.

Fase 2: Diseño de Software y Proyección Visual de los Requerimientos

La fase de diseño nos da la posibilidad de producir un esquema de la aplicación web, el desarrollo de esta fase se adelanta de la siguiente forma: ficha general en donde se registran las características y prestaciones principales de la aplicación, ficha técnica; en donde se presenta el diseño lógico e información en cuanto a las características pedagógicas de la aplicativo, ficha técnica-educativa; en la que se describe el diseño funcional y funciones instructivas del software, mapa de navegación; incorpora las relaciones de secuencia y jerarquía del aplicativo, esquema de navegación; proporciona una visualización de contenidos y de la estructura para la creación de los módulos del software, diagramas de casos de uso; describen las dependencias y relaciones entre los casos y actores del proceso, es decir se especifica el qué, pero no como se ejecuta, relación de entidad; los cuales muestran el diseño de la base de datos junto con sus restricciones y relaciones, edición de plantillas; en donde se plasma el diseño de la interfaz y se especifican en detalle el contenido y elementos de las zonas de pantalla junto con los colores que se usarán, el storyboard; contiene diversas anotaciones e ilustraciones sobre cómo se implementarían los menús y demás elementos gráficos de la aplicación [6].

Fase 3: Desarrollo de la Aplicación, Programación, Creación de Código Fuente y Pruebas de Funcionamiento

En la etapa de desarrollo se ejecuta el diseño visual del sitio, la cual se debe destacar por presentar una comunicación clara, de igual

manera los colores que representen el producto o la marca. También es trascendental centrarse en la aplicación de los principios de la usabilidad, la interfaz de usuario y experiencia del usuario, con lo descrito anteriormente le permite al sitio web y la aplicación que allí se aloje, tener un buen diseño gráfico, juntamente con las capacidades de funcionalidad y efectividad, esta fase también comprende la incorporación de la página de autenticación de usuarios previa al uso de la aplicación, así como la incorporación, manejo y gestión de las respectivas cookies y la comunicación desde la interfaz de usuario con la base de datos y el experimento [7].

Fase 4. Implementación y Puesta en Marcha del Aplicación Web

La etapa de la implementación consiste en la puesta en marcha o ejecución de la idea que se programó mediante la aplicación web, en este punto podemos verificar que las fases previas de montaje y diseño del aplicativo se han ejecutado correctamente, siendo importante que se realicen pruebas a fondo de cada una de las páginas y funciones del sitio web además del aplicativo web alojado, con el propósito de asegurar que los enlaces y menús operen correctamente, de igual manera es conveniente cerciorarse que la carga del sitio en la web se ejecute de manera correcta en los diversos navegadores y dispositivos que existen, confirmando también la conectividad con el experimento y la ejecución de las simulaciones con resultados esperados.

Fase 5. Evaluación y verificación de resultados

En la etapa de evaluación, verificación y validación de resultados se llevan a cabo las siguientes actividades: Prueba piloto; el propósito de este proceso es el de evaluar y depurar la versión inicial de la aplicación web o primer prototipo, esto nos permite detectar fallas y sobre ellas realizar correcciones y modificaciones en busca de satisfacer las especificaciones trazadas en los diseños del aplicativo, paso que cesa cuando no se identifique la aparición de errores o fallos. Evaluación de contenido; en este paso se implementa una revisión a los contenidos, de la sintaxis y ortografía con la finalidad de que se garantice que el producto de software es de buena calidad. Evaluación general del entorno; paso en el que se verifica si el entorno de la aplicación

web está cumpliendo con el estándar de calidad propuesto, teniendo en cuenta que debe estar acorde con los niveles de desarrollo existentes, de lograrse que se cumplan con estas actividades, podríamos afirmar que se está garantizando a los usuarios que ingresen a usar la aplicación en el entorno web, lo realicen de una manera fácil, y que de igual manera también logren utilizar el aplicativo de forma correcta y funcional.(García et al.,2016, p.226).

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados pueden ser presentados en tablas o figuras; sin embargo, resultados simples pueden presentarse directamente en el texto sin necesidad de tablas o figuras. La discusión debe ser clara, concisa y tratar la interpretación de los resultados.

Como resultado del proyecto se genera un aplicativo web desarrollado mediante editor de código fuente Visual Studio Code desarrollado por Microsoft, se utilizaron los lenguajes de HTML, CSS y JavaScript, y fue alojado en servicio de hosting de GoDaddy con el enlace: <http://pendunad.reex-sdc.com/index.html>, el proceso de publicación de la página se realizó a través de Cpanel del cual se generó un video orientativo del proceso en el siguiente enlace: <https://youtu.be/vIz-5U4a20w>, de igual manera el código del proyecto se encuentra alojado en repositorio con acceso público en GitHub con enlace: <https://github.com/carloshcruz/PendUNAD>. En la Figura 2 se resalta la página de inicio del aplicativo web.

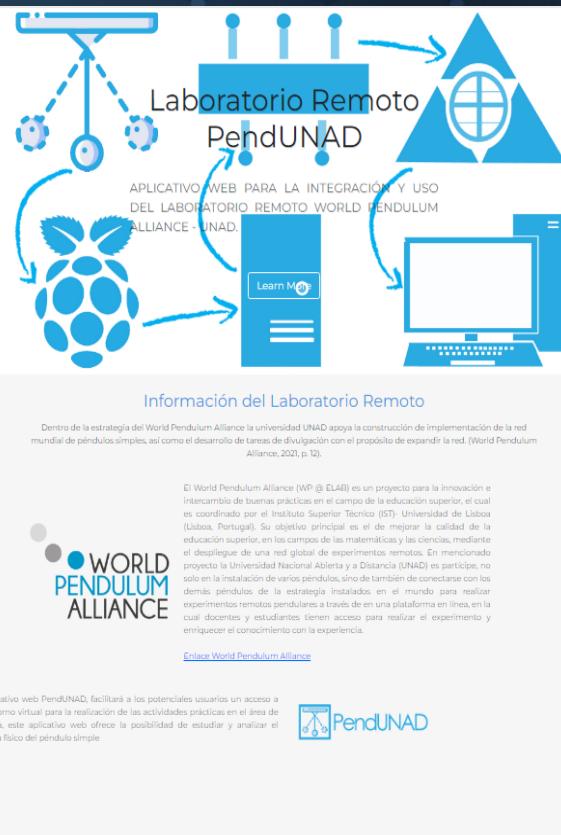


Figura 2. Vista del Inicio WPA - aplicativo web PendUnad

III. CONCLUSIONES

Después de que el aplicativo web fue desarrollado y puesto en marcha mediante alojamiento en hosting, se procede a inferir sobre el avance y desarrollo realizado hasta este momento con miras de establecer si se cumplieron los objetivos trazados en la etapa inicial. En este aspecto podemos afirmar que se consiguió construir una aplicación web responsive, dinámica, con velocidad de carga, con diseño intuitivo y atractivo, con contenido claro y bien estructurado y con un SEO optimizado, lo cual le permite a los potenciales usuarios un acceso estable y sencillo para la ejecución de la experiencia del laboratorio remoto permitiéndoles la obtención de las variables físicas del laboratorio remoto World Pendulum - UNAD con el software de análisis cuantitativo que fue programado en el sitio web.

La aplicación web cuenta con los elementos y opciones básicas para navegar en el sitio y realizar las tareas para las que fue programado, permitiendo que el usuario tenga una buena experiencia de navegación ya la información y enlaces dispuestos orientan al usuario en la realización de la experiencia remota, de la misma manera que le luego de efectuada la actividad le suministra un archivo pdf con loa análisis cuantitativos, gráficas y datos obtenidos de los cálculos aplicados con las variables en estudio.

El propósito principal basado en la pregunta de investigación ¿Cómo desarrollar un aplicativo web que se integre y facilite el uso por parte de la comunidad académica del laboratorio remoto del World Pendulum Alliance de la UNAD?, se da por cumplido pues se logró construir el aplicativo web, teniendo en cuenta las fases de Recolección de información y análisis de requerimientos, Diseño de software y proyección visual de los requerimientos, Desarrollo de la aplicación, programación, creación de código fuente y pruebas de funcionamiento e Implementación y puesta en marcha del aplicación web.

Cabe anotar que durante el proceso de construcción y creación del sitio se presentaron dificultades cotidianas que se presentan al momento de llevar a cabo un proyecto a medida que solucione una situación problemática, pues dentro de la planificación inicial a pesar de que se tienen en cuenta los requisitos funcionales y no funcionales y la mayoría de aspectos relacionados con el diseño y la programación, la mayoría de veces nos lleva a replanificar lo proyectado con el objeto principal de cumplir con lo proyectado en la etapa inicial, siendo esta una de las bondades de los sistemas informáticos que nos permiten acondicionarlos a las circunstancias a través de mejoras que posibiliten mantener el aplicativo en el tiempo con su funcionalidad.

Una consideración final es la del uso de tecnologías actuales para la implementación del sitio web, pues con la innovación constante cada día aparecen nuevas posibilidades de programación y diseño, lo cual se convierte en un reto de actualización constante pues esta dinámica demanda un aprendizaje ininterrumpido, que conlleve a estar permanecer al día con estos adelantos informáticos y tecnológicos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia y al equipo de investigación del World Pendulum Alliance a nivel mundial por los resultados de investigación y los equipos pendulares instalados a lo largo de Colombia y el mundo.

REFERENCIAS

- [1] Henao, CM & Arango F., MP (2006). Soluciones tecnológicas que apoyan la gestión del conocimiento. Revista Ad-minister, 8, 69-85.
- [2] Torres, F. & Cruz, C. (2021), Generador de gráficas WPA: Guía de introducción, Workshop 5 Expotech 2021, UNAD.
- [3] Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. (26 de noviembre de 2021). La UNAD con apoyo de la Unión Europea crea la primera conexión remota a nivel nacional para la implementación de laboratorios virtuales. <https://noticias.unad.edu.co/index.php/unad-noticias/todas/4829-la-unad-con-apoyo-de-la-union-europea-crea-la-primer conexion-remota-a-nivel-nacional-para-la-implementacion-de-laboratorios-virtuales>
- [4] Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. (14 de febrero de 2019). UNAD participa en proyecto de Investigación Internacional World Pendulum. <https://noticias.unad.edu.co/index.php/unad-noticias/todas/119-virel/2668-unad-participa-en-proyecto-de-investigacion-internacional-world-pendulum>
- [5] Sarmiento Cuervo, Y. P., & Hernández Parra, D. C. (2017). Metodología para la Optimización de los Procesos de Recolección de Información y Análisis en la Etapa de Especificación de Requerimientos de Software.
- [6] Suárez, M. E. (2009). Aplicación educativa multimedia para la enseñanza de la distribución Ubuntu de Linux a usuarios de Windows. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/224808>
- [7] Almaraz Hernández, J. M., Campos Cantero, P., & Castelo Delgado, T. (2011). Desarrollo de una aplicación Web para la gestión de Entornos Virtuales.

LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LA EDUCACIÓN Y LA IMPLEMENTACIÓN DEL EXPERIMENTO REMOTO WORLD PENDULUM

THE INTERNATIONALIZATION OF EDUCATION AND THE IMPLEMENTATION OF THE WORLD PENDULUM REMOTE EXPERIMENT

Triana-Ortiz, Karla Nathalia¹, Herrera-Muñoz, Diana Carolina¹, Torres-Payoma, Freddy-Alexander¹, Neira-Quintero, Laura Daniela²

¹*Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI,
Bogotá, Colombia*

²*Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI,
Acacías, Colombia*

*Karla.triana@unad.edu.co

Resumen - La internacionalización de la educación como uno de los principales retos que afrontan las instituciones de educación superior, permite promover escenarios de interacción global y multicultural que favorecen las competencias de los estudiantes como ciudadanos de la Sociedad del Conocimiento. Mediante el uso de las tecnologías de la información se han propuesto escenarios que han facilitado el acceso global al aprendizaje, la investigación y la innovación. Ejemplo de ello son los laboratorios remotos, que favorecen la flexibilidad para la experimentación y contribuyen a garantizar procesos educativos cuando los estudiantes o docentes enfrentan dificultades para el acceso a laboratorios físicos o en situaciones de contingencia e incertidumbre como las enfrentadas como consecuencia del COVID-19.

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, institución colombiana de educación superior, líder en procesos de educación virtual y a distancia, junto a otras nueve universidades latinoamericanas y cuatro europeas, han desarrollado el proyecto World Pendulum Alliance, cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea, busca mejorar la calidad de la educación en las áreas de matemáticas y ciencia, mediante el despliegue de una red mundial de experimentos remotos, el desarrollo de múltiples herramientas didácticas, así como la promoción de actividades de interacción que favorecen la internacionalización de los currículos.

Este trabajo analiza la internacionalización de la educación superior desde su concepto, alcance y relevancia para el Proyecto Pedagógico Unadista e identifica los principales logros alcanzados por la UNAD mediante su participación en el proyecto World Pendulum Alliance.

Palabras clave— Educación, internacionalización del currículo, laboratorios remotos

Abstract - The internationalization of education as one of the main challenges faced by higher education institutions, allows the promotion of global and multicultural interaction scenarios that favor the competencies of students as citizens of the Knowledge Society. Using information technologies, scenarios

have been proposed to facilitate global access to learning, research and innovation. Remote labs are an example, favoring flexibility for experimentation, also contributing to guarantee educational processes when students or teachers face difficulties in accessing physical laboratories or in situations of contingency and uncertainty such as those faced because of COVID-19.

The Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, a Colombian institution of higher education, leader in virtual and distance education processes, together with nine other Latin American and four European universities, have developed the World Pendulum Alliance project, funded by Erasmus+ program of European Union, seeks to improve the quality of education in the areas of mathematics and science, through the deployment of a worldwide network of remote experiments, the development of multiple didactic tools, as well as the promotion of interaction activities that favor the internationalization of curricula.

This paper analyzes the internationalization of higher education from its concept, scope and relevance for the Unadista Pedagogical Project and identifies the main achievements reached by UNAD through its participation in the World Pendulum Alliance project.

Keywords— Education, internationalization of the curriculum, remote laboratories

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos de globalización han generado escenarios de integración internacional que abarcan aparte de transacciones económicas y financieras, la movilidad de las personas y la transferencia de conocimientos a través de las fronteras internacionales (Fondo Monetario Internacional, 2000) En este contexto, el mundo exige ciudadanos globales, que cuenten con la capacidad de apropiar las tecnologías de la información para desenvolverse en entornos internacionales, que además favorecen nuevas formas de estudiar, trabajar e incluso socializar, que ya no se limitan por la posibilidad de tener acceso a un espacio físico, tal como se evidenció con la implementación acelerada de escenarios de teletrabajo o trabajo en casa y la virtualización de la educación, como consecuencia de las medidas de mitigación debidas a la pandemia por COVID-19.

En este sentido la internacionalización de la educación constituye un pilar fundamental para la formación de ciudadanos de la Sociedad del Conocimiento, y representa para las instituciones de educación superior un reto importante para disminuir esas diferencias en el acceso y el uso de la red y la información, que son factores cada vez

más relevantes para desenvolverse en la vida social, económica y política (Krüger en Sociología, n.d.). Dados los procesos actuales de integración económica y política que exigen a las personas una mayor comprensión intercultural, la UNESCO reconoce que “la educación superior ha llegado a desempeñar un papel fundamental en la elaboración, la transferencia y el intercambio de conocimientos, y la cooperación universitaria internacional ha de poner esa contribución al servicio del desarrollo total del potencial humano” (UNESCO, 1995).

II. CONTEXTO GENERAL

A. Definición de la Internacionalización

La internacionalización de la educación superior ha sido definida desde múltiples perspectivas. (Knight, 1994) reconoce principalmente cuatro aproximaciones:

- Como un proceso que integra la perspectiva internacional dentro de las funciones principales de la institución.
- Como una serie de actividades asociadas al currículo, movilidades y cooperación técnica.
- Como el desarrollo de nuevas competencias, actitudes y conocimientos en la comunidad académica.

- Como la generación de una cultura organizacional que promueve perspectivas e iniciativas internacionales e interculturales.

Las aproximaciones propuestas por (Knight, 1994) dan luz para comprender que la implementación de la internacionalización puede ir desde una política misional, hasta el detalle de la actividades el currículo de un programa, entendiendo que efectivamente el concepto permea todos los niveles de las instituciones de educación superior. Para ampliar la definición del concepto, se consolidan algunos referentes en la Tabla 1.

Tabla 1. Definición de la internacionalización de la educación

Definición	Autor
El proceso de integrar una dimensión internacional e intercultural a las funciones de enseñanza, investigación y servicio de la institución	Jane Knight
El proceso educativo que integra en las funciones sustantivas universitarias una dimensión global, internacional, intercultural, comparada e interdisciplinaria, que pretende proporcionar en los estudiantes una perspectiva global de las problemáticas humanas y una conciencia global en pro de los valores y las actitudes de una ciudadanía global responsable, humanista y solidaria (Camejo Puentes et al., 2020)	Jocelyne Gacel Ávila
El proceso que fomenta los lazos de cooperación e integración de las Instituciones de Educación Superior (IES) con sus pares en otros lugares del mundo, con el fin de alcanzar mayor presencia y visibilidad internacional en un mundo cada vez más globalizado (Ministerio de Educación Nacional, 2017).	Ministerio de Educación Nacional Colombia

B. Alcance de la Internacionalización

La internacionalización de la educación es entonces un proceso que “ha trascendido desde la visión de movilidad, para dar paso a otras aristas y la profundización de su significado” (Valdés Montecinos, 2019). Para el análisis propuesto en este documento, se toman como referente la propuesta de (Marcano-Navas, 2021), quien identifica las siguientes estrategias para la internacionalización de la educación superior en Colombia:

- “Gestión de la Internacionalización
- Movilidad Académica
- Internacionalización de la Investigación
- Cooperación Internacional
- Internacionalización del Currícululo”

C. Proyecto World Pendulum Alliance

World Pendulum Alliance es un proyecto de investigación cofinanciado por Erasmus+ de la Unión Europea, que articula 14 universidades de educación superior ubicadas en Latinoamérica y Europa, con el objetivo de desplegar una red de experimentos remotos que contribuye al mejoramiento de la educación en matemáticas y física mediante “un espacio de aprendizaje por indagación, proporcionando un camino hacia el autodescubrimiento de los contenidos de aprendizaje” (Escobar et al., 2019).

La Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, a través de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, se vinculó al proyecto desde el año 2019 y a la fecha ha consolidado la instalación de una red de péndulos que se desplegaron a lo largo de varios departamentos del país (Cundinamarca, Boyacá, Meta, Magdalena, Atlántico, Huila, Risaralda, Antioquia, Valle del Cauca).

III. RESULTADOS

En el cumplimiento de los objetivos del proyecto, la UNAD de manera autónoma o en articulación con otras universidades participantes, ha desarrollado múltiples actividades que promueven la internacionalización de la educación. A continuación, se describen de manera general, a la luz de las estrategias propuestas por (Marcano-Navas, 2021), algunos de los principales resultados alcanzados.

A. Gestión de la Internacionalización

El desarrollo del proyecto se fortalece en el modelo transterritorial de la Universidad, dando alcance a la función sustantiva de la internacionalización que se basa en el “precepto constitucional de educación para todos” (Afanador, 2021; Marcano-Navas, 2021)

B. Movilidad Académica

El proyecto ha promovido múltiples movilidades presenciales o virtuales. Se destacan los seis encuentros para la interacción de los participantes de los cuales UNAD fue anfitrión de uno de ellos y los demás, tuvieron lugar en Lisboa, Madeira, Barcelona, Praga y Valparaíso.

C. Internacionalización de la Investigación

En el marco del proyecto se han desarrollado múltiples escenarios de formación de recursos humanos, que dan lugar a la transferencia del conocimiento; liderados por las universidades europeas se han desarrollado tres entrenamientos para los docentes Unadistas que hacen uso de la red, de igual forma, la implementación de la red y su uso, ha permitido contribuir a la construcción de conocimiento a partir de los resultados alcanzados en las experiencias de aprendizaje en el contexto Unadista.

De igual manera, bajo el liderazgo del semillero de investigación Mathphysics del grupo Biotics se han organizado eventos científicos que contribuyen a la diseminación del proyecto con una participación activa de docentes externos, por ejemplo: Physics Day (Jornada que articula instituciones de educación secundaria, estudiantes y docentes unadistas y docentes internacionales); I Workshop de Ciencias Básicas (Talleres para la comunidad unadista que articulan docentes internacionales en la enseñanza de fundamentos cuánticos y estadísticos, cálculo y álgebra mediado por Matlab y mecánica y gravitación).

Finalmente, en el aspecto investigativo se destaca la participación en los siguientes eventos científicos internacionales: 2019 5th Experiment@ International Conference (exp.at'19) Madeira, Portugal; Congreso Internacional sobre Educación en Tecnología y Ciencias 2021 Chiclayo, Perú; II Encuentro Regional de AIESAD, 2021.

D. Cooperación Internacional

Aunque la cooperación se desarrolla en la naturalidad del proyecto, dado que se promueve el trabajo colaborativo entre las mas de 10 universidades participantes, los resultados en este aspecto aún no se consolidan de manera concreta,

apenas puede destacarse el intercambio de experiencias pedagógicas.

E. Internacionalización del currículo

Aunque no se han desarrollado iniciativas para la consolidación de currículos conjuntos, si se han articulado herramientas y acciones que promueven el carácter internacional y multicultural del currículo en cada universidad, fomentando en docentes y estudiantes, las competencias para desenvolverse en un contexto globalizado. Dentro de los resultados mas puntuales en este aspecto se destacan los siguientes: (1) Implementación del laboratorio remoto World Pendulum en el componente práctico del curso Física General; (2) desarrollo e implementación del MOOC multilenguaje de Física experimental; (3) desarrollo e implementación del GRAASP en el curso Física General y el GRAASP en el curso Ecuaciones Diferenciales.

IV. CONCLUSIONES

Cada vez la educación exige un mayor esfuerzo por promover la internacionalización y la multiculturalidad, con el objetivo de consolidar comunidades educativas capaces de desenvolverse en contextos globales; pero debe entenderse que el concepto va mas allá de la movilidad. El desarrollo de proyectos de investigación en un ámbito internacional, permite aportar a la democratización del conocimiento, favoreciendo la equidad en el acceso a una educación de calidad; adicionalmente, permite liderar múltiples iniciativas que favorecen la participación de los Unadistas en entornos multiculturales.

World Pendulum Alliance ha permitido la consolidación de múltiples estrategias que aportan a la internacionalización de la educación en la UNAD. Se identifica que la mayor dificultad es la consolidación de iniciativas cooperación internacional, que podrían dar lugar a nuevas iniciativas conjuntas de proyectos, intercambios académicos, entre otros.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos el apoyo a la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD y al proyecto World Pendulum Alliance, que incentivó la divulgación de los laboratorios remotos, el cual es cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea mediante el convenio de subvención 598929-EPP-1-2018-1-PT-EPPKA2-CBHE-JP.

REFERENCIAS

- Afanador, J. A. L. (2021). Educación, virtualidad e innovación. Estudio de caso para la consolidación de un modelo de liderazgo en la educación incluyente y de calidad. In Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Sello Editorial UNAD.
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/5081>
- Camejo Puentes, M., Fernández Hernández, M. E., & Camejo Puentes, M. (2020, December 2). Guía Metodológica para el despliegue del modelo de gestión de la internacionalización del currículo. Mendive. Revista de Educación.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962020000400808
- Escobar, M., Fernandes, H., Allard, O., & Erazo, Y. (2019). Pendulum as an educational remote experiment. Proceedings of the 2019 5th Experiment at International Conference, Exp.at 2019, 388–393.
<https://doi.org/10.1109/EXPAT.2019.8876473>
- Fondo Monetario Internacional. (2000). La globalización: ¿Amenaza u oportunidad? . Estudios Temáticos.
<https://www.imf.org/external/np/exr/ib/2000/esl/041200s.htm>
- Knight, J. (1994). Internationalization of HE and elements of internationalization. Checkpoints for an Internationalization Strategy, 7.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED549823.pdf>
- Krüger en Sociología, K. (n.d.). EL CONCEPTO DE “SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO.” Retrieved July 31, 2022, from <http://www.ub.es/geocrit/b3w->
- Marcano-Navas, N. (2021). La Internacionalización del Currículo en la Educación Superior Colombiana. Revista de Investigación, 45(104).
<https://docplayer.es/214665775-The->
- <internationalization-of-the-curriculum-in-colombian-higher-education.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). Internacionalización de la Educación Superior.
<https://www.mineducacion.gov.co/portal/Educacion-superior/Informacion-Destacada/196472:Internacionalizacion-de-la-educacion-superior>
- UNESCO. (1995). Documento de política para el cambio y el desarrollo en la educación superior .
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098992_spa
- Valdés Montecinos, M. (2019). Internacionalización del currículo universitario virtual en el contexto de la globalización. Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales, 21(3), 754–775. <https://doi.org/10.36390/TELOS213.13>

EL PENSAMIENTO COMPLEJO, UN RETO CONTEMPORÁNEO PARA LA COMPRENSIÓN DE LA REALIDAD

COMPLEX THOUGHT, A CONTEMPORARY CHALLENGE FOR UNDERSTANDING REALITY

Torres, Johanna Marcela

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Calle 14 sur # 14 - 23, Bogotá, Colombia

*johanna.torres@unad.edu.co

Resumen - Esta ponencia se realizó con el propósito de esclarecer el enfoque del pensamiento complejo, como paradigma que se soporta en sistemas complejos, para acceder al conocimiento del mundo real. Se abordó la conceptualización de complejidad, determinación del rol del sujeto en la investigación y la conceptualización de sistemas complejos; con el fin de establecer una estrategia integradora para acceder al conocimiento. Los resultados permitieron comparar las posturas entre los diferentes autores contemporáneos sobre pensamiento complejo, entendido como un paradigma evolucionado, que apunta a conocer la realidad de manera globalizada; los sistemas complejos como herramienta para entender y delimitar la realidad objeto de estudio. Se concluyó que el pensamiento complejo es un paradigma pertinente para el investigador, ya que promueve la articulación entre saberes, mediante la estructuración de puentes comunicantes entre las disciplinas. Se determinó que los sistemas complejos son herramientas dinámicas, utilizadas en el pensamiento complejo para acceder a una unidad de estudio compleja e irreducible, conformada por subsistemas.

Palabras clave— Complejidad, rol del sujeto, sistema complejo

Abstract - This presentation was made with the purpose of clarifying the approach of complex thinking, as a paradigm that is supported in complex systems, to access knowledge of the real world. The conceptualization of complexity, determination of the role of the subject in the investigation and the conceptualization of complex systems were addressed; in order to establish an integrating strategy to access knowledge. The results allowed to compare the positions between the different contemporary authors on complex thought, understood as an evolved paradigm, which aims to know reality in a globalized way; complex systems as a tool to understand and delimit the reality under study. It was concluded that complex thought is a pertinent paradigm for the researcher, since it promotes the articulation between knowledge, through the structuring of communicating bridges between the disciplines. It was determined that complex systems are dynamic tools, used in complex thinking to access a complex and irreducible unit of study, made up of subsystems.

Keywords— Complexity, role of the subject, complex system

I. METODOLOGÍA

Se parte de la revisión de la literatura, en fuentes primarias y secundarias sobre Pensamiento Complejo, en coherencia con los planteamientos del Pensador Planetario Edgar Morin. Posteriormente se realiza la construcción de una matriz que permite visualizar las posturas de los autores frente al concepto de complejidad como paradigma investigativo, al rol del sujeto en el quehacer científico y al diseño de sistemas complejos dinámicos, como herramienta de la complejidad. Esta matriz se realiza mediante la inclusión de citas textuales de los autores y se complementa con comentarios propios o del autor que permiten analizar cada postura.

Subsiguentemente, se contrastan los elementos formulados por cada autor para construir el concepto de complejidad, determinar el rol del sujeto en el quehacer científico y entender la aplicación de los sistemas complejos dinámicos en la investigación, a partir de las propuestas de Morin, Carlos Delgado, Rolando García, Carlos Maldonado, Boaventura De Sousa Santos, entre otros autores.

De esta forma, se establece la importancia de la complejidad como paradigma para acceder al conocimiento del mundo real, el relevante papel del investigador en este paradigma y el uso de los sistemas complejos como herramienta para realizar investigaciones conscientes de la realidad y al servicio de la sociedad.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A lo largo de la historia el hombre ha buscado insaciablemente alcanzar el conocimiento de diferentes formas. Hacia el siglo XVI René Descartes concentra sus esfuerzos en convertir la Filosofía en un camino racional a la verdad, es decir, legitimar la ciencia mediante un nuevo método deductivo, que resultó muy llamativo para el investigador y posteriormente fue asumido por el mundo científico como paradigma exclusivo de la investigación. Si bien hasta ese momento se habían influenciado entre sí las diferentes ramas del conocimiento, toda vez que se conoció el método científico, se da inicio a la expansión de las ciencias y al desarrollo abrupto de cada una de las ramas del saber.

Dentro de las reflexiones de Descartes se resalta la duda metódica, que consiste en dudar de las percepciones concebidas a través de los sentidos, entonces propone alcanzar el conocimiento desde la evidencia mediante un método que permita la comprobación de los fenómenos para alcanzar la verdad, el cual se basa en la certeza, que conlleva a la certeza absoluta. Se duda de todo aquello que haya sido concebido a través de los sentidos, situación que había sido la herramienta primaria del ser humano para alcanzar el conocimiento.

De tal forma se desemboca en un universo de verdades irrefutables, teorías inequívocas, leyes de los fenómenos y en el enraizamiento de la matematización de la ciencia, lo que condujo a la consolidación del método científico como respuesta satisfactoria y paradigmática, al desarrollo de la ciencia, encargándose de resolver enigmas, satisfacer necesidades, hasta el

punto de asumir posturas conquistadoras y triunfalistas de los fenómenos del universo. El método científico ha sido cuestionado fuertemente, ya que según Edgar Morin, (1999) [...] *él determina los conceptos soberanos y prescribe la relación lógica: la disyunción. La no-obediencia a esta disyunción sólo puede ser clandestina, marginada, desviada. Este paradigma determina una doble visión del mundo, en realidad, un desdoblamiento del mismo mundo: por un lado, un mundo de objetos sometidos a observaciones, experimentaciones, manipulaciones; por el otro, un mundo de sujetos planteándose problemas de existencia, de comunicación, de conciencia, de destino.* Así, un paradigma puede al mismo tiempo dilucidar y cegar, revelar y ocultar. (p.30)

Ahora bien, el pensamiento complejo irrumpió la comodidad reduccionista y simplificadora proponiendo un método que, de acuerdo con Morin, (1981) [...] *detecte y no oculte las uniones, articulaciones, solidaridades, implicaciones, imbricaciones, interdependencias y complejidades* (p.29) de la realidad. Según Morin, (1999) es necesario abordar nuevas estrategias investigativas que reflejen el mundo real, no por tener una victoria sobre el conocimiento, sino por la incapacidad de acceder al mismo sin transgredir las fronteras humanas, sociales, naturales y económicas de los ecosistema; orientando los esfuerzos al pensamiento complejo, que está [...] *animado por una tensión permanente entre la aspiración a un saber no parcelado, no dividido, no reduccionista, y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento* (p.23).

La complejidad es definida por Morin, (1999) como: [...] *el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así es que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre* (p.32).

Por su parte, desde la mirada de Carlos Delgado, citado por (Rodríguez & Aguirre, 2011), afirma que *La complejidad puede entenderse, por lo tanto, como un paradigma científico emergente que involucra un nuevo modo de hacer y entender la ciencia, extendiendo los límites y criterios de científicidad, más allá de las fronteras de la ciencia moderna, ancladas sobre los principios rectores del mecanicismo, el reduccionismo y el determinismo.* (p.2)

Esta mirada de Delgado, permite entender que no se trata solo de las leyes de la física y las fórmulas matemáticas de los fenómenos para acceder al conocimiento científico, sino que además es necesario incorporar diferentes elementos que permitan acercarse a un conocimiento real; tal cual como lo complementa Morin, (1999) cuando afirma que *Podemos decir que aquello que es complejo recupera, por una parte, al mundo empírico, la incertidumbre, la incapacidad de lograr la certeza, de formular una ley, de concebir un orden absoluto. Y recupera, por otra parte, algo relacionado con la lógica, es decir, con la incapacidad de evitar contradicciones* (p.99).

Cabe resaltar que Morin, (1992) muestra una nueva ciencia haciendo alusión al concepto de *Complexus*, que corresponde a reencontrar la unidad del universo, al

conocimiento integrado al mundo real, a una mirada científica no parcializada, por el contrario, una mirada completa. De esta forma, incita al investigador a la inclusión, la integración, al equilibrio científico, a la conciencia del mundo real, llamada por Morin, (2008) la “*“scienza nuova”*; que [...] *necesita, para llegar al conocimiento, escapar de la lógica de aislar un hecho, un dato, un elemento para entenderlo. La Complejidad necesita la contextualización* (p.36).

Reencontrar el tejido común implica el reencuentro de las diferentes áreas del conocimiento, que, a partir del auge del racionalismo clásico, tomaron caminos separados, lo que ha generado un desarrollo netamente específico; la especialización de la especialización en las diferentes ciencias y la ruptura entre saberes. El aislamiento de los fenómenos, la exclusión del sujeto pensante, el desconocimiento de la historia, de la cultura, de los ecosistemas, hasta de la misma política, han sido los motores de los mayores desaciertos científicos, tales como el uso de la radioactividad, no solo en reactores nucleares de generación de electricidad, sino para la creación de las bombas nucleares; el desarrollo de medicamentos que, si bien alivian alguna enfermedad, por otra parte, están afectando otro órgano. La siembra indiscriminada de productos en terrenos no aptos, que han sido modificados hasta llevarlos a la total destrucción.

En este mismo sentido, García, (2006) afirma que [...] *la complejidad está asociada con la imposibilidad de considerar aspectos particulares de un fenómeno, proceso o situación a partir de una disciplina*

específica (p.21), es decir, la complejidad, en cambio de la disciplinariedad, busca el conocimiento asociado a todo aquello que interfiere en él, de tal forma que se tejan escenarios investigativos en contextos reales, asociados al sujeto investigador.

Por otra parte, De Sousa Santos, (2009) propone que [...] *No se trata de una amalgama de sentidos (que no sería sentido sino ruido), antes bien de interacciones y de intertextualidades organizadas en torno de proyectos locales de conocimiento indivisible* (p. 47). Desde ese escenario se puede plantear que efectivamente no es simplemente contemplar absolutamente todo lo relacionado con un fenómeno, sino que se encauzen los esfuerzos científicos en el saber focalizado en *proyectos locales de conocimiento*, a fin de lograr alcances científicos que logren trascender una realidad puntual del conocimiento, sin llegar a la reducción ni a la simplificación del saber, sino en cambio, atendiendo a la organización y estructuración de las diferentes interacciones que se efectúen en un fenómeno indivisible.

Ratificando este enfoque, se puede observar también la postura de Carlos Maldonado, (2007), quien enfatiza que [...] *la complejidad no trata de absolutamente todos los fenómenos del mundo, sino, se concentra en una “fracción” bien determinada* (p.11).

Cabe reflexionar, ¿cuál sería la diferencia entre la reducción del fenómeno y la fracción bien determinada? Pues bien, el reduccionismo provocó la hiperespecialización de las disciplinas a tal punto de desmembrar hasta el mismo ser humano. De tal suerte que las especialidades médicas solo perciben órganos disociados

del cuerpo humano. Esto es uno de los incontables efectos negativos de la hiperespecialización. Por otra parte, hasta donde fraccionar o definir fracciones de manera asertiva en el quehacer científico, este ejercicio debe ser concertado entre investigadores, atendiendo al fenómeno tratado, los efectos esperados, la afectación del medio ambiente y todos los factores que hagan parte del fenómeno estudiado. Cuando se pretende hacer investigación debe ser de manera responsable, en palabras de Morin, *ecologizar la investigación*.

En concordancia con el pensador planetario, Rodríguez & Aguirre, (2011) refieren que: [...] *el pensamiento complejo busca elaborar un marco epistemológico ampliado en donde el conocimiento científico pueda ser articulado y puesto en relación con otras formas de conocimiento no científico, la filosofía, y los saberes humanísticos: la literatura, el cine, la poesía, el arte. En el terreno científico, la vocación religadora del pensamiento complejo busca establecer los puentes comunicantes entre las ciencias físicas, las ciencias de la vida y las ciencias antropo-sociales; una búsqueda de tipo transdisciplinaria que permitiría conducir a una nueva organización de los saberes por medio de la reelaboración de los principios rectores del pensamiento* (p11).

Entonces, la articulación de los saberes, mediante nexos lógicos, ordenados y definidos, proyectará conocimientos más ajustables al mundo real. Sin embargo, no es una tarea sencilla, ya que propone un nuevo estilo de hacer ciencia, [...] *la dificultad del pensamiento complejo es que debe afrontar lo entramado (el juego infinito de inter-retroacciones), la solidaridad de los*

fenómenos entre sí, la bruma, la incertidumbre, la contradicción (Morin, 1999, p. 33).

Atendiendo a los planteamientos postulados, la complejidad es un modelo generado por la interrelación lógica de saberes preponderantes o un paradigma, que permite la integración entre ciencias exactas, ciencias antropo-sociales y ciencias biológicas; para acercarse al conocimiento real, dinámico, no lineal ni predecible, que contempla la incertidumbre, la emergencia, pero que ante todo es un conocimiento consciente, responsable de los efectos, de los riesgos, del respeto al medio ambiente y que se produce para el servicio de la naturaleza y del hombre, no como gobernante manipulador de los ecosistemas, sino como parte de la misma naturaleza.

Rol del sujeto complejo

En este orden de ideas, cabe reflexionar sobre el rol del sujeto en el quehacer científico, quien, por su afán desbocado de alcanzar el control y dominio del universo, ha perdido el sentido mismo de la investigación. Si bien, el desarrollo científico ha sido un motor de progreso fundamental para todas las comunidades, asimismo ha traído consigo, en algunos casos, cuestionamientos sobre la aplicabilidad del saber científico en el bienestar de las sociedades -ejemplifico esta situación mencionando el uso indiscriminado de la radiación en los alimentos, que se inicia desde la radiación de las semillas, para continuar irradiando los cultivos, empaques y hasta los alimentos antes de ser dispuestos al consumidor. El exceso de radiación sin los debidos controles e insumos trae consigo graves efectos para la salud, asociados a

malformaciones congénitas entre otros múltiples efectos secundarios. También se puede observar la manipulación genética de las especies de abasto como bovinos, aves y porcinos, que han desembocado en efectos letales para la salud del consumidor, asociados a enfermedades cardiovasculares, obesidad, deterioro del metabolismo, solo por mencionar algunos efectos-. Una de las razones por las cuales la ciencia ha llegado a estos infortunios, desde luego tiene que ver con la exclusión del sujeto investigador, convirtiéndolo en un mero observador, cuantificador y analista de fenómenos del universo.

Precisamente uno de los aspectos que cuestiona fuertemente Morin (1999) es el quehacer del método científico y propone entonces la reintegración del sujeto desde la reflexibilidad, entendida como [...] *la duda por la cual el sujeto se interroga sobre las condiciones de emergencia y de existencia de su propio pensamiento constituye desde ahora un pensamiento potencialmente relativista, relacionista y auto-cognosciente.* (p.29)

Corresponde entonces, a la re-inmersión del sujeto tanto en el mundo real, como en el desarrollo de las ciencias, pero ahora como un sujeto pensante, que hace parte del proceso investigativo, con la capacidad de relacionarse con el contexto, mismo que es susceptible de cambio, de emergencia, de desequilibrio. Un sujeto consciente del respeto de la ciencia ante el nuevo conocimiento, ante los efectos del conocimiento, ante la sociedad y el universo.

La reflexibilidad que propone Morin, permite que el sujeto sea consciente de que los fenómenos son dinámicos, que existe la

evolución y por ende nada es estático y el conocimiento es el reflejo de ello. Esto conlleva a deducir que el conocimiento es relativo al momento histórico que se vive, a las condiciones mismas del fenómeno, del sujeto, a las necesidades sociales y culturales y la forma de relacionarse el sujeto y el objeto con el contexto. Por lo tanto, la duda propuesta por Morin, permite entender cuáles son las condiciones del momento en el cual se accede al conocimiento.

Si bien es cierto que la propuesta es la reintegración del sujeto y la articulación entre las ciencias en los procesos investigativos, también es evidente que existen unas barreras las cuales son catalogadas por Morin como muros: el muro enciclopédico, el muro epistemológico y el muro de la lógica.

El muro enciclopédico, denominado también enciclopedismo corresponde a la tendencia de pretender asumir una estrategia acumulativa de todos los saberes. La forma de sobreponer el muro enciclopédico consiste en entender que no se busca la totalidad de los conocimientos, sino aquellos que se relacionan de manera integrada con el fenómeno de estudio y que mediante la organización y articulación entre saberes de forma cíclica dinámica, se establezcan los nexos necesarios para entender el fenómeno inmerso en la realidad.

El muro Epistemológico, refiere a la dificultad en pasar de la disyunción del conocimiento a la unión del conocimiento desde la naturaleza misma de las ciencias exactas, antropo-sociales, biológicas. Cuando se habla de la clasificación misma de las ciencias, ya se están separando y por ende ya se están aislando las unas de las

otras. El planteamiento de Morin (1999), para superar la barrera epistemológica, está orientado a la creación de lazos que permitan la unión lógica y coherente de las ciencias, lo que se llamaría en sus palabras “*Complexus*”, que consiste en crear un tejido común entre las ciencias entorno al fenómeno complejo; por lo tanto, se trata de [...] *re-encontrar el tejido común* (p.6). Este es el punto en el que estratégicamente se deben establecer los saberes necesarios para cada fenómeno y momento investigativo de acuerdo al contexto histórico-socio-cultural.

El muro de la lógica es la barrera que conforma un círculo vicioso, ya que genera dependencia de las ciencias. Sin embargo, lo que se busca es generar puentes temporales y específicos para cada momento investigativo, no permanentes, ni metodologías propias del reduccionismo. Para superar este muro es necesario que se entienda que el paradigma de la complejidad no es un método estático, sino que permite dinamizar entre procesos investigativos, por lo tanto, la relación epistémica entre ciencias debe ser temporal para cada investigación. Se puede observar que la propuesta de Morin, (1999) establece un sujeto, un objeto, una estrategia y un contexto dinámicos y específicos para cada momento investigativo.

Maldonado, (2009), en cuanto al rol del sujeto en la investigación desde la complejidad, presenta la siguiente perspectiva: *La complejidad es, consiguientemente, un problema en el sentido preciso de que se encuentra en la interfase entre la mirada del observador y el comportamiento mismo de los fenómenos. En otras palabras, desde este punto de vista,*

no es cierto que la complejidad dependa de los ojos y la posición del observador, como que tampoco la realidad sea un enigma acaso insondable y sorpresivo que escape sin más de la investigación, las teorías y la experimentación (p.11).

De esta manera, De Sousa Santos, (2009) plantea la re-inmersión del sujeto y aclara que el rol del sujeto en el proceso de investigación, debe estar [...] *investido en la tarea de erigir sobre sí un nuevo orden científico* (p.45); haciendo referencia al acercamiento entre las ciencias naturales, ciencias sociales y ciencias humanas, de tal forma que permitan la re-conceptualización del conocimiento científico desde lo epistémico y metodológico, liderado por el sujeto.

De esta forma se puede inferir que la influencia del sujeto en los procesos investigativos es absolutamente indispensable, partiendo desde la estrategia diseñada para acceder al conocimiento, hasta la utilidad que se le dé al resultado del saber científico. Asimismo, se resalta que la ciencia la hace el hombre (comunidades científicas) para el servicio del hombre (sociedades), inmerso en ecosistemas temporo-espaciales. El sujeto es protagónico desde la construcción del conocimiento, hasta la responsable aplicación de los avances científicos y está íntimamente ligado al objeto de estudio, porque es el sujeto quien lo identifica, quien lo puede analizar, quien hace uso racional de éste. Así, es el sujeto quien genera la conciencia de la existencia del fenómeno, de sus interrelaciones, de las relaciones con el contexto, sin que pase a ser ni relativo y ni subjetivo; por el contrario, es el sujeto quien

le da la importancia y relevancia al objeto y por lo tanto [...] *no hay objeto si no es con respecto a un sujeto (que observa, aísla, define, piensa), y no hay sujeto si no es con respecto a un ambiente objetivo (que le permite reconocerse, definirse, pensarse, etc., pero también existir)*. (Morin, 1999. p.67)

Deviene un desafío para acercarse a la justa reintegración del sujeto en el proceso investigativo, ubicado en el punto estratégico, en el que no es simplemente un observador, cuantificador y analista de datos, con un enfoque objetivo y excluyente, que solo analiza y matematiza el fenómeno, ni hace parte de la observación netamente subjetiva; es entonces, la congruencia entre el objeto observado en un todo (sistema consciente de sus partes o subsistemas) y el observador o sujeto (consciente de la inclusión de la ciencia y la experimentación para acceder al conocimiento). Es una estrategia dinámica y específica para cada proceso investigativo y es por esto que el paradigma de la complejidad dispone de herramientas que coadyuvan al quehacer científico, una de ellas corresponde a la Teoría de los Sistemas Complejos.

La complejidad desde la teoría de los sistemas

Dentro de los aspectos relevantes de Edgar Morin y de los demás autores citados en este escrito, se resalta la afinidad hacia la teoría de los sistemas y más aún la teoría de los sistemas complejos del pensamiento complejo.

Según Morin, (1981) *Sistema se considera en primera instancia como una interrelación de elementos que constituyen una entidad o*

unidad global. Tal definición comporta dos caracteres principales, el primero es la interrelación de los elementos, el segundo es la unidad global constituida por estos elementos en interrelación. (p. 123)

Lo anterior se complementa con uno de los siete principios de la complejidad enunciados por (Morin, 1999) en su obra “Los 7 saberes necesarios para la educación del futuro”, que es el principio sistémico, el cual consiste en que el fenómeno debe ser entendido como un sistema que está conformado por las partes (subsistemas). Dichas partes se relacionan entre sí mediante los nexos que se conforman a partir del conocimiento proveniente de cada una de las partes. Toda vez que se constituye un sistema, los subsistemas se hacen indisolubles y permiten una continua comunicación entre el todo -que es el sistema- y las partes -que son los subsistemas-.

Ronaldo García (2006) establece que los sistemas deben estar asociados a la realidad convirtiéndolos en Sistemas Complejos: [...] *en el "mundo real", las situaciones y los procesos no se presentan de manera que puedan ser clasificados por su correspondencia con alguna disciplina en particular. En ese sentido, podemos hablar de una realidad compleja. Un sistema complejo es una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son "separables" y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente. En los primeros casos estudiados bajo esta perspectiva me refería a dicha característica*

como una "determinación mutua" entre los elementos del sistema complejo. (p. 21)

García, confirma que los elementos del sistema complejo no pueden ser separados para ser estudiados de manera aislada, ratificando la postura no reduccionista, no simplificadora de Morin. Asimismo, permite el entendimiento de los sistemas complejos como una parte de la realidad, que involucra el fenómeno estudiando en un marco estratégicamente delimitado, sin llegar a ser reducido a su mínima expresión, ni tampoco inalcanzable al conocimiento humano. De allí, que no todos los investigadores se sumen a la ejecución de la investigación desde la complejidad y desde los sistemas complejos, ya que es menos engorroso aislar el fenómeno y evitar la búsqueda de las relaciones entre los subsistemas.

Maldonado, (2009) complementa que [...] *la complejidad no trata de absolutamente todos los fenómenos del mundo, sino, se concentra en una "fracción" bien determinada. Esa fracción es la de los sistemas dinámicos* (p.11). Aquí se puede observar que introduce el concepto de *sistemas dinámicos*, en concordancia con los sistemas complejos de García, (2006), proyectados a la necesidad de fraccionar la realidad para poder llegar al conocimiento de un fenómeno, es decir, se trata de tomar una porción de la realidad que integre los subsistemas relacionados con el fenómeno de estudio y por ende que hagan parte del sistema que se va a estudiar.

Es importante comprender, como lo explicita García, (2006) que, [...] *Ningún sistema está dado en el punto de partida de la investigación. El sistema no está definido, pero es definible. Una definición adecuada sólo puede surgir en el transcurso de la*

propia investigación y para cada caso particular (p.39). Entonces en este caso se hace referencia a que un proceso de investigación desde los sistemas complejos permite que sea dinámico y abierto a las circunstancias propias de la investigación, que se presentan durante el proceso. Entonces, cada investigación conlleva a la creación de un sistema complejo, que considera unos subsistemas pertinentes para este sistema creado, teniendo en cuenta que una vez conformado el sistema, este se debe considerar como el todo, es decir, que no se puede eliminar a conveniencia ningún subsistema durante el proceso investigativo, porque hace parte indisoluble del sistema.

García (2006) hace énfasis a que no corresponde a la suma de saberes desde las diferentes disciplinas, sino al conocimiento integrado a la realidad, equivalente a la relación entre las disciplinas en torno a un determinado sistema complejo; por lo tanto, investigar un sistema [...] *significa estudiar un "trozo de la realidad" que incluye aspectos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos.* (p. 47)

Por lo anterior se puede afirmar que los sistemas complejos corresponden a una totalidad o unidad irreductible, conformada por elementos o subsistemas que no pueden ser separados para ser estudiados, que se encuentran relacionados entre sí y con el todo. Los estudios científicos a partir de la teoría de los sistemas complejos, han permitido observar los fenómenos como sistemas inmersos en un contexto, con el cual se comunican, se han creado para ese estudio y por lo tanto son únicos y requieren de una estrategia de análisis particular y específica, a partir de las relaciones entre las

diferentes disciplinas, para acceder al conocimiento.

Dentro de las características de los sistemas complejos según García, (2006) se puede resaltar que:

- Las estructuras se conforman a partir de las relaciones dentro de un sistema organizado y son dinámicas.
- Los sistemas y subsistemas son inestables debido a los procesos de desestructuración y reestructuración del sistema. Entonces es importante el estudio de la dinámica del sistema como tal y no de un sistema estático o en un estado en un momento dado.

Por lo anterior se deduce que no solo se pueden estudiar los sistemas complejos, sino que también se deben introducir las estructuras de los subsistemas y sus respectivas relaciones entre sí y con el medio, a partir de la necesidad de determinar el grado de inestabilidad y la posibilidad de referir cambios en los sistemas a través del tiempo.

III. CONCLUSIONES

- El pensamiento complejo corresponde al paradigma planteado por los pensadores contemporáneos como una estrategia que trasciende todos los saberes relacionados con el fenómeno de estudio. Este concepto surge en contraposición del reduccionismo, de tal forma que permite que se logren escenarios epistemológicos que integren las ciencias exactas, antropo-sociales y biológicas propias para cada investigación, mediante la creación de relaciones entre ciencias pertinentes al fenómeno de estudio. Propone organizaciones conceptuales apropiadas al investigador, al fenómeno y al contexto, teniendo en cuenta que no se pretenden conocimientos irrefutables, sino por el contrario que sean dinámicos y que puedan evolucionar en el tiempo.
- El pensamiento complejo introduce al sujeto investigador como parte estructural del proceso, abordando las percepciones propias del investigador como herramientas relevantes en los procesos investigativos. También propone un sujeto responsable del conocimiento, consiente de los efectos y riesgos del avance científico y respetuoso de la naturaleza, como parte de su mismo ser. En palabras de Morin corresponde a la *reinmersión del sujeto pensante en el mundo real*.
- La teoría de los sistemas se plantea como una estrategia que puede ser utilizada para acceder al paradigma del pensamiento complejo en la investigación. Corresponde a la estructura de un sistema complejo en cada proceso investigativo, el cual es único y exclusivo para cada investigación. Cada sistema complejo se define de acuerdo a la investigación que desarrolle y debe entenderse en adelante como la unidad o fenómeno de estudio, que es irreducible, que está conformado por elementos, también llamados subsistemas, que interactúan entre sí, con el todo y con el contexto en el que se encuentra el fenómeno y que permiten para su estudio la integración de diferentes áreas del conocimiento; por lo que son de carácter transdisciplinario.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de la autora a la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería por abrir un espacio de reflexión sobre el quehacer investigativo desde paradigma del Pensamiento complejo, a través de los Sistemas Dinámicos Complejos.

REFERENCIAS

1. De Sousa Santos, B. (2009). *Una epistemología del sur: la reinvención de conocimiento y la emancipación social*. Siglo veintiuno editores, 14 - 59.
2. García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona, España: Gedisa.
3. Maldonado, C. (2007). *El problema de una teoría general de la complejidad. Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicaciones*, 101 - 132.
4. Maldonado, C. (2009). *La complejidad es un problema, no una cosmovisión*. UCM Revista de investigación, No 13, 42 - 54.
5. Morin, E. (1981). *El método I, La naturaleza de la naturaleza*. En E. Morin, El espíritu del valle (pág. 22). Madrid: Ediciones Cátedra.
6. Morin, E. (1992). *Nuevos paradigmas, cultura y subjetividad*. En E. Morin. Barcelona: Paidos.
7. Morin, E. (1999). *Introducción al pensamiento complejo*. Buenos aires: Gedisa.
8. Morin, E. (1999). Los 7 saberes necesarios para la educación del futuro. París, Francia: UNESCO.
9. Morin, E. (2008). *Complejidad restringida y complejidad generalizada. Las complejidades de la complejidad*. Pensando la Complejidad, 27-41.
10. Rodríguez, J., & Aguirre, L. (2011). *Teorías de la complejidad y ciencias sociales. Nuevas estrategias epistemológicas y metodológicas*. Nómadas. Revista crítica de Ciencias sociales y jurídicas, 1 - 20.

EXPERIENCIA DE AULA: HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE AUTÓNOMO DE LAS MATEMÁTICAS

CLASSROOM EXPERIENCE: ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOL TO STRENGTHEN AUTONOMOUS LEARNING OF MATHEMATICS

Cortés, Leidy Vanessa^{1*}

¹UNAD, Cra 1 #31 - 30, Florencia, Colombia

*Leidy.cortes@unad.edu.co

Resumen – La universidad Nacional Abierta y A Distancia desde la cadena de formación en Ciencias Básicas, planteo la propuesta de implementación de espacios que acompañen y fortalezcan el aprendizaje autónomo de los estudiantes universitarios en el contexto de las matemáticas. De acuerdo con el modelo pedagógico Unadista se realizó la experiencia de aula con la implementación de la plataforma inteligente ALEKS en el curso Fundamentos de Matemáticas. En este sentido, el curso paso por proceso de acreditación donde las tareas fueron diseñadas implementado a ALEKS como herramienta, así mismo, se diseñaron en ALEKS actividades y aprovechando las bandades de identificación y ruta individual que brinda la herramienta se llevó a cabo el pilotaje con un grupo de 391 estudiantes matriculados en el periodo ordinario 16-05 ofertado por la UNAD en el 2021. Los resultados encontrados al finalizar el periodo académico fueron significativos para el aprendizaje, dado que el 82% de los estudiantes hicieron uso de la herramienta logrando un dominio promedio de 18 temas por grupos, adicional a ello, los resultados obtenidos de la escalada de medición de actitudes tipo Likert permiten resaltar que la implementación de ALEKS contribuyó en el fortalecimiento de contenidos que no se recordaban y a medida que se iba a prendiendo motivaba a los estudiantes.

Palabras clave— Aprendizaje, Inteligencia Artificial, Matemáticas.

Abstract - The Universidad Nacional Abierta y a Distancia from the Basic Science formation set the proposal about the implementation of spaces that accompany and strengthen the autonomous learning of the university students in the context of mathematics. In accordance with the Unadista pedagogical model, the

classroom experience was carried out with the implementation of the ALEKS intelligent platform in the Fundamentals of Mathematics course. In this sense, the course went through an accreditation process where the tasks were implemented to ALEKS as a tool, likewise, activities were designed in ALEKS and taking advantage of the identification bands and individual route provided by the tool, the piloting was carried out with a group of 391 students enrolled in the regular period 16-05 offered by UNAD in 2021. The results found at the end of the academic period were significant for learning, given that 82% of the students used the tool, achieving an average domain of 18 topics per group, in addition to this, the results obtained from the measurement scale of Likert-type attitudes allow us to highlight that the implementation of ALEKS contributed to the strengthening of the content that was not recorded and to a certain extent that it was going to be learned by motivating the students.

Keywords— Learning, Artificial Intelligence, Mathematics.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La implementación de la Herramienta Inteligente ALEKS en el curso 200612 Fundamentos de Matemáticas se desarrolló de acuerdo con las siguientes etapas como proceso de pilotaje:

1. Diseño y acreditación de curso

En el proceso de acreditación se realizó el diseño del curso teniendo en cuenta los lineamientos tecnopedagógicos para el diseño de cursos en campus virtual de la UNAD (VIMEP , 2019) [1].

Las guías de actividades se diseñaron entorno al desarrollo de seis (6) tareas que el estudiante debe realizar para obtener los resultados de aprendizaje. En las Tareas dos, tres y cuatro, se involucra a ALEKS en las actividades como herramienta de inteligencia artificial que permite al estudiante logre el dominio en aritmética, álgebra fundamental y geometría.

En cada una de las tareas indicadas en el apartado anterior, se propone dos actividades. La primera enmarcada en el uso de la herramienta inteligente ALEKS y la segunda en el desarrollo de ejercicios propuestos en la guía de actividades. Estas actividades son evaluadas según las rúbricas de evaluación dispuestas en las guías de

actividades. El uso y el desarrollo de lo propuesto en la herramienta ALEKS tiene un peso evaluativo en cada tarea del 40% en la calificación.

En la Herramienta Inteligente ALEKS se programaron las actividades de acuerdo con las fechas de la agenda del curso y de las tareas correspondientes, así mismo, se establecieron los porcentajes de progreso en cada actividad, donde se puede establecer el avance de estudio y aprendizaje del estudiante con los contenidos del curso.

Tarea	Unidad	% de Progreso establecido
Tarea 2	Aritmética Analítica	30%
Tarea 3	Álgebra Simbólica	Actividad con puntuación.
Tarea 4	Geometría	40%

Tabla 1. Porcentaje de progreso establecido de avance de aprendizaje en ALEKS

2. Implementación de ALEKS

La Herramienta Inteligente ALEKS como programa de aprendizaje en matemáticas, se implementó de la siguiente manera en el curso Fundamentos de Matemáticas.

2.1. Tarea 2 - Aritmética Analítica

El porcentaje de progreso en ALEKS para medir el aprendizaje autónomo y significativo en la unidad de Aritmética Analítica se estableció en un 30%. Para ello, los estudiantes realizaron su primer ingreso en la plataforma y desarrollaron la prueba diagnóstica proyectada directamente desde el gráfico circular de contenidos de la herramienta inteligente ALEKS. Aquí la herramienta de inteligencia artificial identificó el nivel de conocimiento que tiene el estudiante en matemáticas básicas, y proyecto para cada estudiante una ruta de aprendizaje individual y dinámica que le permita lograr el dominio de los contenidos hasta lograr el 30% en la primera tarea.



Figura 1. Gráfico circular de contenidos

En la imagen se puede observar el gráfico circular de los contenidos dominados por un estudiante en su primer momento de intervención con ALEKS.

2.2. Tarea 3 – Álgebra Simbólica

En la tarea correspondiente a la unidad de Álgebra Simbólica, se diseñó en ALEKS el desarrollo de una actividad llamada Álgebra Elemental, esta actividad estuvo compuesta por 25 ejercicios llevando al estudiante a desarrollar las competencias de modelación, comparación y ejercitación de procedimientos, donde por cada ejercicio ALEKS proporcionó una explicación a

manera de realimentación en caso de existir errores por el estudiante.

2.3. Tarea 4- Geometría

El porcentaje de progreso en ALEKS para medir el aprendizaje en la unidad de Geometría se estableció en un 40%, los estudiantes a partir del gráfico circular debían avanzar significativamente en el dominio de los contenidos según la proyección realizada por la herramienta de inteligencia artificial hasta alcanzar la meta establecida.

3. Capacitación a Docentes y Estudiantes

Antes de iniciar el proceso de implementación y el uso de ALEKS en el proceso de aprendizaje, se realizó capacitación a la red de docentes del curso sobre la funcionalidad de la herramienta, así mismo, se llevó a cabo un encuentro con los estudiantes de manera sincrónica como inducción y acompañamiento en el reconocimiento de la herramienta de inteligencia artificial.

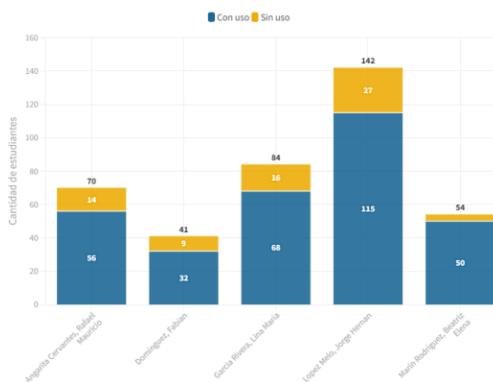
4. Escala de medición de actitudes Tipo Likert

La escala Likert es un método que permite medir la actitud de un individuo y su nivel de acuerdo o desacuerdo ante un objeto, persona o situación. Para (Fernández , 1982) [2]. es importante definir con rigurosidad los ítem o frases que componen la escala Likert, de manera que conforme un criterio, fiable, preciso y válido. De acuerdo con lo anterior, desde la red de curso se diseñó un formulario en línea para la medición de las actitudes de los estudiantes frente al uso de la herramienta inteligente ALEKS.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación de ALEKS en el curso virtual de la UNAD Fundamentos de Matemáticas, como proceso de pilotaje mantuvo

una duración de 4 meses, con una matrícula general de 391 estudiantes. Todos los estudiantes matriculados fueron registrados en la plataforma en el módulo de Matemáticas Básicas de acuerdo con el tutor asignado en el aula virtual.



Gráfica 1. Cantidad de estudiantes que realizaron uso de la herramienta por tutor

De acuerdo con la gráfica 1 de los 391 estudiantes matriculados para el módulo de matemáticas básicas 321 estudiantes hicieron el uso de la herramienta para el desarrollo de al menos una actividad, esto significa que el 82% de los estudiantes avanzaron en el desarrollo de un aprendizaje autónomo y adaptativo.

Con relación al tiempo destinado por cada estudiante para el desarrollo de las actividades se tiene en promedio una duración de 519 minutos lo equivalente a 8 horas y 40 minutos. Los tiempos son generalizados por cada grupo de estudiantes asignados al tutor, y este representa la dedicación de trabajo realizado según el ritmo de aprendizaje por el estudiante, la información puede ser visualizada en la gráfica 2.

Teniendo en cuenta a (Martínez, Carrasco, Guilcapi, & Rodríguez, 2019) [3] en su investigación realizada sobre la implementación de ALEKS en entornos virtuales de aprendizaje, una de las ventajas importantes del uso de la inteligencia artificial es que identifica las lagunas de conocimiento en los estudiantes y de acuerdo

con ello proporciona el plan para el fortalecimiento y el alcance de los contenidos, que si bien, el estudiante lo puede desarrollar según su propio ritmo de aprendizaje.



Gráfica 2. Tiempo de uso en minutos por tutor asignado

a. Resultados por actividades

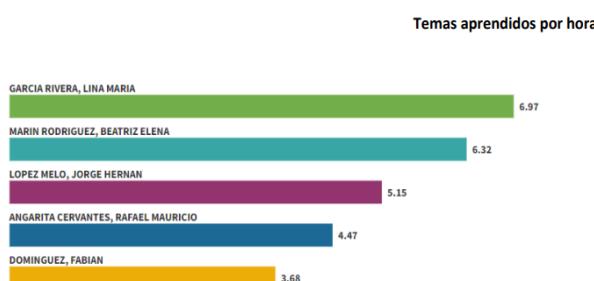
En cuanto a los promedios para las metas de progreso “Avanzamos en progreso – Tarea 2” y “Avanzamos en progreso – Tarea 4” tiene un promedio de 86 y 92 sobre 100 respectivamente. La tarea “Algebra elemental” tiene un promedio de 50 sobre 100. Por último, la valoración final tiene un promedio por encima de 81 sobre 100 en términos de puntuación.

Clase	Actividad			
	Avanzamos en Progreso - Tarea 2	Algebra Elemental	Avanzamos en Progreso - Tarea 4	Valoración Final
Angarita, Rafael Mauricio	88,7	39,6	91,4	80
Dominguez, Fabian	87,3	43,2	93,9	81,2
Garcia, Lina Maria	89	65,8	89,3	86,2
Lopez, Jorge Hernan	86,3	54,7	93,1	82,8
Marin, Beatriz Elena	80,78	46,04	91,8	78,26

Tabla 2. Resumen resultados de actividades por tutor

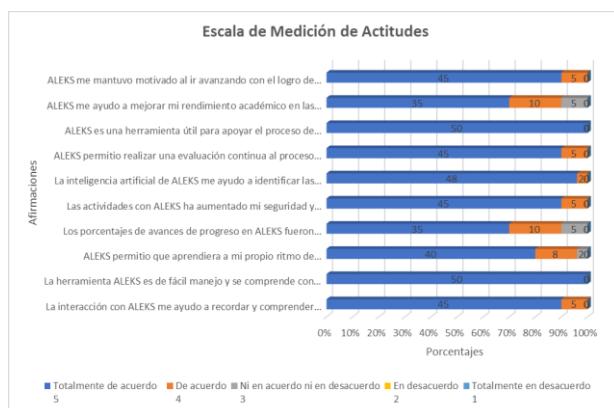
b. Temas aprendidos por grupos de tutor

La cantidad de temas aprendidos por grupos de tutor fue aproximadamente de 18 temas. En la gráfica 3 se podrá evidenciar la tasa promedio de los temas aprendidos por hora en cada uno de los grupos por tutor, en general, la tasa promedio de temas aprendidos por hora fue de 5,3 para todos los grupos de tutores.



Gráfica 3. Tasa promedio de temas aprendidos

c. Resultados de la escala de medición de actitudes Tipo Likert



Gráfica 4. Resultado de la escala de medición de actitudes

En la escala de medición de actitudes tipo Likert se obtiene la percepción de 50 estudiantes que participaron con el uso de ALEKS. Con relación a los resultados el 100% de los estudiantes indican que la plataforma es de fácil manejo y se comprende con facilidad sus espacios de interacción, además, la consideran una

herramienta útil para apoyar el proceso de aprendizaje en matemáticas de cursos virtuales en educación superior.

Así mismo, los resultados de la escala de medición de actitudes indican que al 96% de los estudiantes la herramienta inteligente ALEKS les permitió identificar y fortalecer las lagunas en temáticas importantes, necesarios para fundamentos de matemáticas.

Por otro lado, un 10% de los estudiantes indican no estar ni en acuerdo ni en desacuerdo en que ALEKS les haya permitido mejorar su rendimiento académico en las actividades del curso Fundamentos de Matemáticas, esto tal vez obedece, a que existían más actividades no inmersas en ALEKS que también implicaban compromiso y responsabilidad para un buen rendimiento académico.

III. CONCLUSIONES

La implementación de una herramienta de inteligencia artificial como ALEKS en cursos virtuales para fortalecer el aprendizaje autónomo en las matemáticas representa un plus para los procesos de innovación en alcance de objetivos de aprendizaje. Los resultados de calificaciones de las actividades y las percepciones obtenidas por los estudiantes demuestran que la experiencia de aula fue significativa.

La plataforma de inteligencia artificial implementada en el pilotaje permitió a cada estudiante adaptar su necesidad de aprendizaje y acuerdo a los tiempos de dedicación de cada estudiante así mismo se vio reflejado el rendimiento académico del curso.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a la red de tutores del curso Fundamentos de Matemáticas del periodo 16-05 por la dedicación en el proceso de

acompañamiento a los estudiantes y por su disposición en la implementación del pilotaje, así mismo, agradecimientos a la Líder Nacional de la cadena de formación en Ciencias Básicas quien realizó las gestiones pertinentes para realizar la experiencia de aula y por último, agradecimientos al equipo de Mc Graw Hill por el apoyo técnico durante la implementación.

REFERENCIAS

- [1] VIMEP . (2019). *Universidad Nacional Abierta y a Distancia* . Obtenido de https://campus127.unad.edu.co/redtutores_19/pluginfle.php/25150/mod_resource/content/3/Lineamientos_Tecnopedagogicos_Dise%C3%B1o_Curso_VIMEP_VERSI%C3%93N_4.0_FINAL.pdf
- [2] Fernández , I. (1982). Construcción de una escala de actitudes tipo Likert. *Centro de Investigación y asistencia técnica*, 5. Obtenido de <https://cutt.ly/AbxhWUO>
- [3] Martínez , Carrasco, Guilcapi, & Rodríguez. (2019). Entornos virtuales de aprendizaje y su incidencia en el rendimiento de las matemáticas. *Explorador Digital*, 93-104.
doi:10.3326/exploradordigital.v3i3.1.867

IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS PARA LA SOLUCIÓN DE LAS FALENCIAS EN LA GESTIÓN DE APOYO VOCACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR A LOS JÓVENES RURALES

IDENTIFICATION OF THE MAIN TOOLS FOR THE SOLUTION OF SHORTCOMINGS IN THE MANAGEMENT OF HIGHER EDUCATION VOCATIONAL SUPPORT FOR RURAL YOUNG PEOPLE

Alvarez, Daniela^{1*}, Toro, Edward²

¹Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Yacopí Cundinamarca, Bogotá, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Medellín, Colombia

*yinethalvarez07@gmail.com

Resumen

El propósito de este artículo fue determinar la mejor combinación de herramientas en gestión de proyectos en una metodología de una tesis de posgrado, con el fin dar solución a la siguiente problemática: la incorrecta asociación de métodos y herramientas de gestión orientado a brindar apoyo vocacional a los jóvenes rurales para el acceso a la educación superior, luego se procedió al desarrollo de la metodología, contemplada en tres fases, inicialmente un diagnóstico de la carencia, mediante el uso de la técnica árbol de problemas, donde se determinaron las causas de las falencias, destacando: la falta de gestión de articulaciones, inexistencia de accionares en la obtención de recursos, ignorancia de metodologías de accesibilidad a la educación superior, posteriormente se generó el análisis del diagnóstico realizado por medio del uso de la matriz DOFA, en la cual se resaltaron acciones como el uso de las tecnologías, la gestión documental, poca gestión de espacios, siendo de tal modo que surgen ciertos métodos de resolución con la aplicabilidad de herramientas de gerencia, como diagrama de Gannt, diagrama pareto, mapa de empatía, matriz de prioridades, lo cual brindo veracidad en el método denominado marco de referencia, en el que se destaca el estado del arte, puesto que se estableció análisis en los últimos cinco años, del uso de las diferentes

herramientas de gestión, finalmente se efectuó la elección de los óptimos métodos, estrategias y/o herramientas en la gestión de procesos de apoyo vocacional a los jóvenes rurales mediante un procedimiento metodológico.

Palabras clave

Diagnóstico, Gerencia, Gestión, Herramientas, y Técnicas.

Abstract

The purpose of this article was to determine the best combination of project management tools in a methodology of a postgraduate thesis, in order to solve the following problem: the incorrect association of management methods and tools aimed at providing vocational support to rural youth for access to higher education, then proceeded to the development of the methodology, which was distinguished in three phases, initially a diagnosis of the lack, through the use of the problem tree technique, where the causes were determined of the shortcomings, among the most important were: lack of joint management, lack of actions in obtaining resources, ignorance of methodologies of accessibility to higher education, later the analysis of the diagnosis was generated through the use of the DOFA matrix, in which actions such as the use of technologies, document management, little management of spaces, being in such a way that certain resolution methods arise with the applicability of management tools, such as Gantt diagram, Pareto diagram, empathy map, priority matrix, which provided veracity in the method called frame of reference, in the that a series of frameworks were determined, highlighting the state of the art, since analyzes were established in the last five years, of the use of the different management tools, finally the choice of the optimal methods, strategies and/or tools in the management of vocational support processes for rural youth through a methodological procedure.

Keywords

Diagnosis, Management, Management, Tools, and Techniques

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se hace fundamental recalcar que el proyecto se contempló tres fases en el desarrollo del proceso metodológico, la primera fase fue el diagnóstico donde se obtuvieron las causas de la falta de gestión mediante el uso de la técnica árbol de problemas; el segundo fue el tratamiento a las debilidades y amenazas que surgieron de la implementación de la matriz DOFA, fundamentando su desarrollo mediante la ejecución del marco de referencias para con

ello finalmente dar paso a la elección de los óptimos métodos, técnicas y/o herramientas.

En la proyección inicial se procedió a estipular el árbol de problemas el cual direcciona mediante la visualización de las falencias en la gestión comunicacional de los procesos, falencias en la accesibilidad a recursos económicos e ignorancia de los diversos procesos de articulación, a la creación de una matriz DOFA, siendo esta la

que aporta estrategias de resolución según el poco manejo de gestión en tecnologías, la ineficiencia en referentes documentales,



falencias en la gestión de un espacio, mediante la articulación de una serie de herramientas y técnicas, las cuales se sustentaron según el análisis del estado del arte, inicialmente se cuenta con:

Diagrama de Gantt destaca [1] (Guerrero Chanduvi Dante, 2020) “el diagrama de Gantt cumple con el 60% de las consideraciones necesarias, para la planificación, seguimiento y control de proyectos”, siendo un aspecto en el cual el cronograma visualiza una serie de rutas críticas de las actividades en consecución, aportando mayor grado de verificación al proyecto, mediante el análisis de las actividades a priorizar.

Seguido de ello el diagrama Pareto puesto que es una herramienta la cual aporta una serie de estadísticas mediante un diagrama de barras, caracterizándose por ser un 80% - 20% se puede hacer un análisis tanto cualitativo como cuantitativo de sus datos, según lo revela la investigación de [2] (Bravo, 2019) el cual otorga una mirada mayormente crítica a los factores sobresalientes en la problemática.

Por consiguiente, se establece el uso de la matriz de prioridades, según [3] (Adel Mendoza, 2019) la matriz de prioridades es implementada para el análisis de una situación en estado confuso o indescifrable, en esta herramienta se identifica la prioridad de cada una de las alternativas que se clasifiquen en el transcurso de la propuesta, se hace fundamental para otorgar un criterio de evaluación y selección adecuado.

Finalmente se cuenta con el uso del mapa de empatía ayudando a efectuar una proyección mayormente asertiva según las expectativas de los involucrados, mediante la

comprensión del entorno, identificando las preocupaciones y aspiraciones del mismo, bien lo recalca [4] (Jose Maria Peixodo, 2020) se identifican cada una de las etapas del mapa de empatía, los componentes y la relevancia de los mismos en su implementación, adicionalmente proporciona teorías básicas para la identificación del perfil tanto de la población objeto como del grupo de implementación del proyecto.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico

Para tal fin se procede a efectuar un proceso de revisión documental, en pro de establecer líneas base del tratamiento, en secuencia a ello se elabora el correspondiente árbol de problemas (véase en la figura 1) y se estipulan las causalidades de este como las falencias que se tienen en el uso de las herramientas en la obtención de estrategias de oportunidades vocacionales, poca gestión de los convenios en la educación media y la educación superior, siendo a su vez que surgen las consecuencias de ello como la perdida de oportunidades de accesibilidad a la educación superior, deserción estudiantil, falencias en las metodologías de comunicación, contemplando estos aspectos desde un punto de vista que es debido al uso inapropiado de las herramientas o inclusive el desconocimiento de su diversidad y articulación según la necesidad.

En el proceso de desarrollo se obtuvieron los siguientes resultados; inicialmente se contemplaron las causas obtenidas de la aplicabilidad del árbol de problemas véase en la (figura 1), las cuales fueron la falta de políticas de acceso a la obtención de recursos económicos, debido a la inexistencia de un banco de proyectos de



inversión a ello se le suma la ignorancia que presenta la población joven de la existencia de las diferentes metodologías de accesibilidad a la educación superior y finalmente las falencias en la articulación de convenios en el traslado de la educación media a la educación superior, arrojando así mismo las consecuencias, entre las cuales se resalta la perdida de oportunidades de accesibilidad a la educación superior, deserción estudiantil, falencias en las metodologías de comunicación.

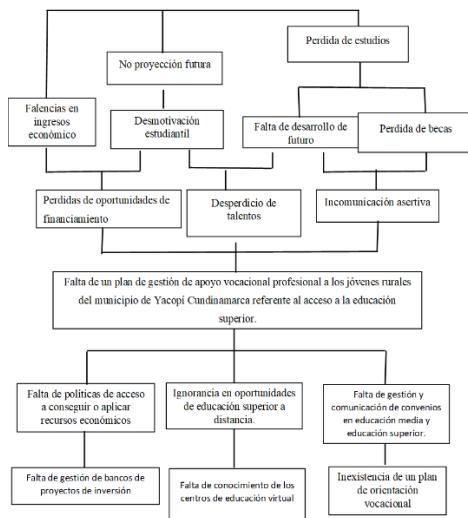


Figura 1. Árbol de problemas

Tratamiento

En el cual mediante el uso de la Matriz DOFA, (véase en la tabla 1) justifica la debilidad y a partir de ella se establece el correspondiente marco de referencias con las técnicas, herramientas y/o métodos aportados en su desarrollo, en este proceso se indagan a profundidad según aportes de diversos autores de cada una de estas estrategias en aras de reafirmar su función con el propósito.

Se contempló un análisis de las siguientes herramientas según los datos aportados por la matriz, Mapa de empatía y prioridades, [5] –

[6] (Peña Martin, 2015) (Zambrano, 2009) contemplando que el uso de estas técnicas brinda el conocimiento detallado de la población objeto, estableciendo una serie de intereses particulares, siendo de tal modo que se contara con una mayor asertividad a la hora de ejercer una selección de actividades, seguido de ello se proyecta la implementación de un sistema de gestión documental, para lo cual se estipula el desarrollo de un software “Docware, wrike” el cual brinda la posibilidad de automatizar los flujos de trabajo, mediante el almacenamiento y uso de una base de datos compartida, capta, enruta y almacena la información, se hace fundamental recalcar la importancia de la implementación de un plan de desarrollo o cronograma de actividades, el cual brindara una ruta clara de las acciones que se deben de desarrollar en el marco del proyecto para ello se contempla el uso de la herramienta “projet libre”, debido a que es un sistema el cual cuenta con una asertividad de la tarea al detalle contemplando, indicadores de tiempo e intervención, brindando un seguimiento adecuado a las actividades desde su etapa inicial hasta su debido cierre, finalmente efectuar un reconocimiento y evaluación de asertividad de nuevas metodologías de estudio mediante el uso del “Diagrama pareto”, [7] (Juran & Gryna, 1993.) brindar una serie de datos de impacto en un marco de un diagrama de barras el cual aportara acciones de mejora y eficiencia en el transcurso del proceso.

Seguido de ello se proyecta la creación de una oficina de gestión de proyecto (PMO), entendiendo este como Project Management Office, el cual al ser traducido al español se comprende como Oficina de Gestión de Proyectos, siendo un departamento el cual se encarga de gestionar y centralizar los

proyectos que se desarrollan en la entidad, se hace fundamental la estipulación de una serie de pautas de contratación según requisitos establecidos por la ley 80 de 1893 [9] (colombia, 2015), la cual establece una serie de pautas de contratación y selección de contratistas, lo cual aporta a disminuir los índices de influencia política o corrupción contractual adicionalmente se contemplaran los lineamientos del PMI, [9] (Celi, 2018) según la matriz de priorización en aras de efectuar procesos con transparencia.

Tabla 1. Matriz dofa

Fortalezas	Debilidades
Proyecto innovador Experiencia previa en procesos de gestión de educación a distancia Fundamentación para la creación de oficina de gestión de proyecto (PMO) implementación de pautas de contratación según requisitos establecidos por la ley 80 de 1993 Estipulación de Pautas de selección de proyectos, según la matriz de priorización con fundamentos del PMI.	Poco manejo de gestión en tecnologías Ineficiencia en referentes documentales en el municipio Inexistencia de la gestión de un espacio físico Desconfianza en diversos tipos de aprendizaje poca proyección de un proyecto de vida juvenil
Oportunidades	Amenazas
Identificación de precedentes mediante el uso de mapa de empatía y matriz de prioridades Desarrollo de un software que permita efectuar gestión documental "Docware, wrke" Creación de un plan de desarrollo "projet libre, matriz de ganit, o juicio de expertos" Reconocimiento y evaluación de asertividad de nuevas metodologías de estudio "Diagrama pareto"	Desinterés de las entidades municipales en el financiamiento de proyectos de esta índole. Escasez de oferta laboral en el municipio. Existencia de influencia corruptiva. Influencia política en la población joven.

Selección

Finalmente se genera un procedimiento metodológico, para aportar una óptima selección de las más asertivas técnicas, herramientas y/o métodos para el proceso, que se obtuvo de la implementación del árbol de problemas y matriz DOFA y marco referencial, otorgando como resultado el siguiente listado de herramientas.

- Árbol de problemas
- Matriz dofa
- Mapa de empatía
- Matriz de prioridades
- Diagrama de Gantt
- Diagrama Pareto
- Juicio de expertos

III. CONCLUSIONES

Se optimizaron las mejores herramientas contemplando las características subyacentes de la problemática, mediante la identificación de las causas y consecuencias con la implementación de las técnicas de árbol de problemas y matriz de prioridades revelando la proyección y selección conveniente en cada una de las fases.

El árbol de problemas brindo la viabilidad, clarificación y direccionamiento de la naturaleza de contexto estableciendo una serie de medios y alternativas para la determinación de un diagnóstico adecuado a las diversas causas y consecuencia que atañen a la problemática.

Subsigiente a ello la matriz DOFA permitió determinar las alternativas de solución a partir del diagnóstico de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas donde se brinda la posibilidad de efectuar un análisis de empalme con el marco referencial evidenciando las herramientas óptimas para el desarrollo del proyecto aportando asertividad y veracidad al proceso.

Finalmente, por medio del procedimiento del marco lógico, se establece, selecciona y categorizan los instrumentos proyectándolos según la fase y etapa en la cual se cumple su funcionalidad y captación para la solución de la falta de gestión de apoyo vocacional profesional de los jóvenes rurales.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a DIOS por brindarnos la oportunidad de crecer y fortalecer día a día nuestros conocimientos, a la familia que

siempre ha acudido a brindar esa fuerza de seguir adelante afrontando las adversidades que se presenten con la mejor actitud y finalmente pero no menos importante a mi docente Edward Toro por compartir su conocimiento para conmigo, gracias a todos y cada uno de ellos se logró un proceso exitoso.

REFERENCIAS

- [1] Guerrero Chanduvi Dante, N. C. (2020). PLANING, CONTROL AND MONITORING OF ROAD PROJECTS USING THE TIME - ROAD DIAGRAM, CLASE STUDY: "CUSCO - PERU ROAD PROJECT". International congress on project management and engineering.
- [2] Carlos Lazario Jimenes Puerto, M. d. (2022). Planificación y gestión activa de proyectos en GNU/LINUX con redmine. Pedagogía y sociedad.
- [3] Adel Mendoza, C. S. (2019). Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicio de expertos. Scielo.
- [4] José María Peixodo, E. P. (2020). Mapa de empatía em saude: Elaboración de un instrumento para o desenvolvimento da empatia. scielo.
- [5] Peña Martin, J. P. (2015). Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo Lean Startup en un grado de investigación. RIUMA (Universidad de Málaga), 8-10.
- [6] Zambrano, E. R. (2009). Herramientas de análisis para la mejora de la calidad. México: secretaria de educación superior.
- [7] Juran, J. M., & Gryna, M. F. (1993.). Manual de Control de Calidad. Madrid: McGraw-Hill.
- [8] Colombia, C. d. (2015). Ley 80 de 1893. Obtenido de Ley 80 de 1893:
<https://www.dane.gov.co/files/acerca/Normatividad/decreto-1170-2015/Ley-80-de-1993.pdf>
- [9] Celi, C. M. (2018). Modelo de gestión basado en los lineamientos del Project Management Institute. Obtenido de Modelo de gestión basado en los lineamientos del Project Management Institute:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16052/1/Proyecto%20de%20grado%20Cesar%20%20Mauricio%20Vargas%20Celi%20PDF.pdf>

SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES APLICADO A ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA (SR-EMOCIÓN)

EMOTION RECOGNITION SYSTEM APPLIED TO HIGH SCHOOL STUDENTS (SR-EMOTION)

Santacruz Madroñero, Amanda Milena^{1*}, Campaña Bastidas, Sixto Enrique², Espinilla Estevez, Macarena³, Mendez Porras, Abel⁴

¹Institución Educativa Instituto Teresiano de Túquerres, Cra 15 # 15-43, Túquerres, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, Calle 14 #29-85, Pasto, Colombia

³Universidad de Jaén, Campus Lagunillas Edificio A3, Jaén, España

⁴Instituto Tecnológico de Costa Rica - TEC, Calle 15 Avenida 14, Cartago, Costa Rica

*amisant@ieteresiano.edu.co

Resumen - El reconocimiento facial y de emociones se realiza utilizando tecnología biométrica y se puede utilizar para identificar a las personas analizando sus rostros y las emociones asociadas. El proceso normalmente consiste en comparar una imagen o un fotograma de un video con los rostros contenidos en una base de datos, emparejándolos en función de los rasgos faciales y las texturas de la piel. Uno de los problemas que se ha encontrado para la implementar este tipo de tecnologías, es que se requiere un alto conocimiento científico y técnico, además de una infraestructura en la nube con alto poder computacional y capacidad de escalabilidad para el almacenamiento, procesamiento y visualización de datos. Sin mencionar que los algoritmos para crear los modelos de reconocimiento facial son complejos, requieren de entrenamiento y ajuste de grandes volúmenes de imágenes de rostros. Por lo anterior en este documento se expone una iniciativa que estudia diferentes modelos de machine y deep learning necesarios para el *reconocimiento de personas y sus emociones, enfocando el uso de los mismos a estudiantes de la institución educativa Instituto Teresiano de Túquerres en el Departamento de Nariño – Colombia*, con el fin de implementar al menos uno, para que funcione en tiempo real, de manera precisa y útil en el seguimiento del comportamiento, emociones y aprendizaje de los estudiantes a los cuales se dirige el estudio. Hasta ahora los avances relacionados son la evaluación de algunos algoritmos, diseño e implementación de pruebas de aceptación y análisis de los resultados preliminares obtenidos, con el fin de continuar con proceso.

Palabras clave— Algoritmos de Deep Learning, Educación Media, Inteligencia Artificial, Reconocimiento de Emociones.

Abstract - Facial and emotion recognition is performed using biometric technology and can be used to identify people by analyzing their faces and associated emotions. The process typically involves comparing an image or video frame to faces in a database, matching them based on facial features and skin textures. One of the problems that has been found to implement this type of technology is that a high scientific and technical knowledge is required, in addition to a cloud infrastructure with high computational power and

scalability for storage, processing and visualization of data. data. Not to mention that the algorithms to create the facial recognition models are complex, requiring training and adjustment of large volumes of images of faces. Due to the above, this document presents an initiative that studies different machine and deep learning models necessary for the recognition of people and their emotions, focusing their use on students of the educational Institution Instituto Teresiano de Túquerres in the Department of Nariño. – Colombia, in order to implement at least one, so that it works in real time, accurately and usefully in monitoring the behavior, emotions and learning of the students to whom the study is directed. Until now, the related advances are the evaluation of some algorithms, design and implementation of acceptance tests and analysis of the preliminary results obtained, in order to continue with the process.

Keywords— Artificial Intelligence, Deep Learning Algorithms, Emotion Recognition, Middle Education.

I MATERIALES Y MÉTODOS

La Industria 4.0 hace referencia a profundos cambios impulsados por los avances en tecnologías tales como robótica, inteligencia artificial, nanotecnología, biotecnología, entre otras, que experimentarán las industrias y la sociedad. Los cambios son disruptivos en la concepción, producción y distribución de productos, especialmente la forma en que las empresas crean, distribuyen y se apropián de valor [1].

Las compañías tienen serios problemas para comprender la idea general de la Industria 4.0 y los conceptos particulares de la misma [2]. Especialmente las Instituciones de Educación Media y las empresas pequeñas y medianas de manufactura no están seguras sobre el esfuerzo financiero requerido para la adquisición de nueva tecnología impulsada por la Industria 4.0 y el impacto general en su quehacer funcional [3]. Para superar la creciente incertidumbre e insatisfacción en las empresas e instituciones educativas con respecto a la idea de la Industria 4.0, se necesitan nuevos métodos y herramientas para proporcionar orientación y apoyo para alinear las estrategias y usos que vayan acorde a su misión institucional.

El reconocimiento facial (una de las tecnologías potenciadas en la Industria 4.0) es una aplicación de visión por computadora basada en información biométrica para la identificación o verificación automática de personas a partir de una secuencia de imágenes o un cuadro de video [4]. Después de décadas de investigación y

desarrollo, especialmente la aparición de la tecnología de aprendizaje profundo en los últimos años, el reconocimiento facial ha hecho grandes avances con cada vez más aplicaciones en los campos de la seguridad, las finanzas, la educación y la seguridad social [5].

La evolución tecnológica y el determinar el nivel de formación y satisfacción que se logra en las instituciones educativas (IE), estará condicionada a la capacidad de adopción de estos nuevos avances tecnológicos. Las IE tienen la necesidad de reconocer a las personas y sus emociones para diferentes fines. Principalmente para mejorar sus modelos educativos, determinar el grado de aceptación o evolución de sus estudiantes con respecto al logro de competencias académicas, motivación e interés por aprender, desarrollo de procesos de educación interactiva inteligente, creación de experiencias de usuario y muchas otras aplicaciones emergentes. El principal problema de las IE para implementar este tipo de tecnología es que se requiere un alto conocimiento científico y técnico, además de una infraestructura en la nube con alto poder computacional y capacidad de escalabilidad para el almacenamiento, procesamiento y visualización de datos. Aunque existen algunas soluciones en el mercado aún son de muy alto costo económico para IE como el Instituto Teresiano de Túquerres y demás que hacen parte del departamento de Nariño y Colombia.

En este documento se describe, el proceso que ha venido realizando en el análisis de diferentes algoritmos y tecnologías relacionadas con el reconocimiento facial y de emociones; el diseño

inicial del uso de estas tecnologías con el apoyo de la herramienta Colab de Google; y los resultados preliminares obtenidos con lo avanzado del proyecto hasta el momento.

A Estudio de algoritmos y modelos

En esta etapa se hizo un acercamiento a las diferentes propuestas y aplicaciones que existen en la literatura científica internacional, destacando principalmente los trabajos de: [6], donde se hace un Reconocimiento facial en videos sin restricciones con similitud de fondo coincidente; [7], que presenta un prototipo para la clasificación de imágenes y detección de personas en tiempo real; [8], en este trabajo se expone en análisis del reconocimiento facial profundo; [9], trabajan en la identificación de rostros en imágenes o fotogramas donde existen muchas personas, buscando la precisión en el reconocimiento; [10], se hace un análisis secuencial de las imágenes capturadas con el fin de poder identificar los rostros con mayor precisión. En esta parte del estudio se pueden mencionar muchos más referentes, como los de [11-15], que permiten comprender el estudio y avance de la temática propuesta, así como la pertinencia en el contexto señalado, pero para efectos de este documento, se dejan los antes mencionados como antecedentes y punto de partida del trabajo de aplicación descrito.

B Diseño de la solución propuesta de reconocimiento facial aplicada a la IE Instituto Teresiano de Túquerres – Nariño

La solución propuesta tiene una arquitectura (ver Figura 1), donde los usuarios que hacen parte del estudio, son monitoreados con su consentimiento (Consentimiento Informado menores de edad por parte de padres de familia), con el fin de identificar estado del ánimo y disposición, ante un tipo de didáctica metodológica por parte de maestro y a través de la recolección de la información permita el análisis del impacto en los estudiantes,

permitiendo ajustar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La intención no es supervisar las clases de los docentes, ni evaluar sus metodologías, es un sistema de apoyo que les permite mejorar sus procesos de enseñanza, ante el nivel de satisfacción de sus estudiantes.

Acorde a lo anterior, el diseño propuesto para la aplicación que permite el análisis de rostros y emociones de niños y jóvenes, funcionará con Google Colab con Python como lenguaje de desarrollo, con un servidor propio de Google con una cuenta asociada, se utilizan los algoritmos de Microsoft Azure para el procesamiento de la información de imágenes de rostros y emociones, una cámara de captura, que inicialmente es una WebCam del equipo donde se corre la aplicación y la Red de datos con acceso a Internet que se dispone en la Institución Educativa Instituto Teresiano de Túquerres.

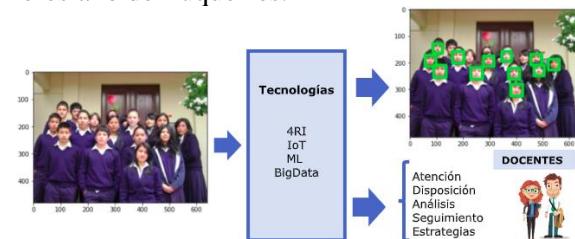


Figura 1. Arquitectura solución detección rostros y emociones IE Instituto Teresiano de Túquerres.

II RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados a la fecha de publicación de este documento se relacionan con la implementación inicial de la solución de Google Colab (Ver Figura 2), la realización de algunas pruebas de aceptación de la codificación realizada con estudiantes de la Institución (Ver Figura 3) y

un primer análisis de los resultados preliminares de las imágenes obtenidas (Ver Figura 4).

Figura 2. Código en Google Colab

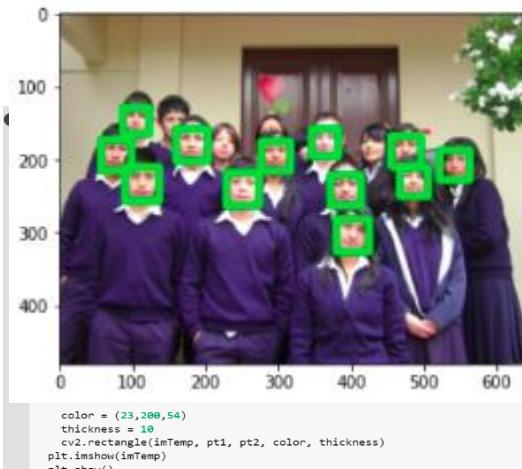


Figura 3. Pruebas de aceptación estudiantes

```

Género: male Edad: 16 Felicidad: 0.0 Tristeza: 0.009
Género: female Edad: 21 Felicidad: 0.001 Tristeza: 0.0
Género: male Edad: 16 Felicidad: 0.0 Tristeza: 0.0
Género: male Edad: 19 Felicidad: 0.016 Tristeza: 0.001
Género: female Edad: 19 Felicidad: 0.004 Tristeza: 0.002
Género: male Edad: 26 Felicidad: 0.0 Tristeza: 0.004
Género: female Edad: 23 Felicidad: 0.005 Tristeza: 0.0
Género: female Edad: 19 Felicidad: 0.0 Tristeza: 0.007
Género: female Edad: 28 Felicidad: 0.248 Tristeza: 0.0
Género: female Edad: 23 Felicidad: 0.619 Tristeza: 0.001
Género: female Edad: 15 Felicidad: 0.945 Tristeza: 0.0
Género: male Edad: 19 Felicidad: 0.001 Tristeza: 0.006

```

Figura 4. Resultados preliminares pruebas

En la figura 4, se pueden observar algunos de los resultados obtenidos con la aplicación, indicando ya algún nivel de emoción en los mismos, en este caso inicial se ha trabajado con las emociones de felicidad y tristeza, pero se abordarán muchos más estados en la aplicación final del estudio que se está realizando.

III CONCLUSIONES

Los resultados preliminares muestran que la detección de emociones es un proceso que requiere más investigación, con el fin de evitar algunos resultados de expresiones no validos,

principalmente en la confusión de estados. Por otra parte, los aspectos relacionados con la escalabilidad de los rostros, la distancia a la que se capturan las imágenes y la calidad de las imágenes deben analizarse con mayor profundidad para garantizar el correcto reconocimiento de las expresiones faciales en niños y jóvenes, así como también se debe trabajar en alimentar los conjuntos de datos de entrenamiento para modelos de reconocimiento de expresiones faciales en esta población, para lograr los objetivos fijados.

Se requiere más experimentación para demostrar que el uso de sistemas de reconocimiento de emociones y rostros se puede utilizar con éxito para apoyar actividades académicas y de motivación dirigidas a los estudiantes de educación básica y media en la institución propuesta. En el desarrollo del proyecto se trabajará en el diseño de un motor de inferencia basado en machine learning que analice expresiones faciales obtenidas de los estudiantes de la institución y que haga sugerencias para la toma de decisiones, que permitan mejorar la motivación y atención de los estudiantes en el aula.

La investigación está en su fase inicial, se espera que en el mediano plazo se puedan presentar resultados que indiquen el beneficio del uso de tecnologías 4RI y la IA en el mejoramiento de los procesos académicos en niños y jóvenes de las instituciones de educación básica y media de Colombia.

REFERENCIAS

- [1] T. y. T. M. Ministerio de Ciencia, Estrategia de Transformación Digital hacia la Costa Rica del Bicentenario 4.0. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), Costa Rica, 2018.
- [2] S. Erol, A. Schumacher, and W. Sihn, "Strategic guidance towards industry 4.0 – a three-stage process model," 01 2016.
- [3] A. Schumacher, S. Erol, and W. Sihn, "A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises," in Procedia CIRP, 2016.
- [4] M. Moussa, M. Hamila, and A. Douik, "Face recognition using fractional coefficients and discrete cosine



EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



- transform tool," International Journal of Electrical and Computer Engineering, vol. 11, no. 1, pp. 892–899, 2021.
- [5] C. Wu, B. Ju, Y. Wu, N. Xiong, and S. Zhang, "Wgan-e: A generative adversarial networks for facial feature security," Electronics (Switzerland), vol. 9, no. 3, 2020.
- [6] Wolf L., Hassner, T. & Manz I. (2011, june). Face Recognition in unconstrained videos with matched background similiaraty. In CYPR 2011. IEEE.
- [7] Picon Lescano, G. D. (2021). Prototipo de sistema embebido para la detección de personas en tiempo real, para el control de espacios mediante técnicas de aprendizaje profundo. (Bachelor Thesis, Quito).
- [8] Parkhi, O. M., Veldati, A. & Ziserman, A. (2015). Deep face Recognition.
- [9] J. Deng, J. Guo, Y. Zhou, J. Yu, I. Kotsia, and S. Zafeiriou, "Retinaface: Single-stage dense face localisation in the wild," ArXiv , vol. Abs/1905.00641, 2019.
- [10] Hu, W., Huang, Y., Zhang, F., Li, R., & Li, H. (2021). SeqFace: Learning discriminative features by using face sequences. *IET Image Processing*, 15(11), 2548-2558.
- [11] Wang, H., Wang, Y., Zhou, Z., Ji, X., Gong, D., Zhou, J., ... & Liu, W. (2018). Cosface: Large margin cosine loss for deep face recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 5265-5274).
- [12] Jiao, J., Liu, W., Mo, Y., Jiao, J., Deng, Z., & Chen, X. (2021). Dyn-arcFace: dynamic additive angular margin loss for deep face recognition. *Multimedia Tools and Applications*, 80(17), 25741-25756.
- [13] Hu, P., & Ramanan, D. (2017). Finding tiny faces. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 951-959).
- [14] He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778).
- [15] F. Schroff, D. Kalenichenko, and J. Philbin, "Facenet: A unified embedding for face recognition and clustering," pp. 815–823, 06 2015.

GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y EL EMPRENDIMIENTO EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN COLOMBIA

MANAGEMENT OF INNOVATION AND ENTREPRENEURSHIP IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN COLOMBIA

Henao, Juliana^{1*}, Naranjo, Paula², Naranjo, Ana³, Olascoaga, Junior⁴

¹Universidad de Antioquia, Cl. 67 #53-108, Medellín-Antioquia, Colombia

²Universidad de Antioquia, Cl. 67 #53-108, Medellín-Antioquia, Colombia

³Universidad de Antioquia, Cl. 67 #53-108, Medellín-Antioquia, Colombia

⁴Universidad de Antioquia, Cl. 67 #53-108, Medellín-Antioquia, Colombia

* junior.olascoaga@udea.edu.co

Resumen - La presente investigación exploratoria y de corte cualitativo tuvo como propósito identificar factores estratégicos en la gestión del emprendimiento y la innovación de un grupo de Instituciones de Educación Superior IES en Colombia. La metodología se dividió en tres etapas: en la primera se definen criterios para seleccionar las Universidades, como etapa dos se diseñó una herramienta para categorizar la información de forma estratégica, finalmente, en la etapa tres, el análisis de la información recolectada. Como resultado principal, se evidenció que en algunas IES se destacan ecosistemas de innovación estructurados y conectados con las oportunidades del entorno.

Palabras clave— Emprendimiento, innovación, Instituciones de Educación Superior, gestión, economía del conocimiento.

Abstract - The purpose of this exploratory and qualitative research was to identify strategic factors in the management of entrepreneurship and innovation in a group of Higher Education Institutions (HEIs) in Colombia. The methodology was divided into three stages: in the first stage, criteria were defined to select the universities; in the second stage, a tool was designed to categorize the information in a strategic manner; and finally, in the third stage, the analysis of the information collected was carried out. The main result showed that in some HEIs there are structured innovation ecosystems that are connected to the opportunities of the environment.

Keywords— Entrepreneurship, innovation, Higher Education Institutions, management, knowledge economy.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una investigación cualitativa que se dividió en tres (3) etapas, en la primera se establecen los criterios de selección de un grupo de IES Colombianas que poseen avances en la gestión de su ecosistema: unidad de innovación y emprendimiento estructurada, oferta de programas y líneas de acción, visibilidad del talento universitario, reconocimientos con relación a las temáticas estudiadas y alianzas con entidades a nivel nacional, departamental y local de dicho ecosistema; como segunda etapa se diseñó una herramienta con la cual se categorizó la información que permite continuar realizando mapeo y actualizar la información cada cierto periodo de tiempo, además se realizó exploración netnográfica para la recolección de datos secundarios del tema de estudio. Por último, se realizó un análisis de la información que se obtuvo en las etapas anteriores.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como principales resultados se encontró que instituciones como Universidad Nacional, Universidad EAFIT, Uniminuto, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad EAN, Universidad del Norte y EIA; son espacios donde se respalda y potencia tanto la innovación como el emprendimiento, además de proporcionar un ambiente en donde se fomenta la cultura emprendedora lo cual implica un alto interés por parte de los estudiantes universitarios en crear una empresa propia y productos de innovación.

Entre los aspectos más relevantes la cultura emprendedora es un aspecto que se ha fortalecido en el país y por lo tanto en sus IES en la última década, sin embargo, aún no se traduce

en una articulación y fortalecimiento con el tejido empresarial, dado que es necesario incorporar en las iniciativas emprendedoras estudiantiles e institucionales bases tecnológicas que le permitan adaptarse al dinamismo del contexto actual.

Es de suma importancia cómo la innovación y el emprendimiento contribuyen al desarrollo económico y social, además de que en las universidades estas temáticas pueden ayudar a que se den espacios donde se interrelacionen tanto prácticas como actores que den lugar a la creación de saberes, productos y en general soluciones que apunten a una economía del conocimiento; bajo este contexto se reta a las IES a abrirse aún más a la sociedad a transferir el know how, a ser motor de innovación y a brindar herramientas clave para la solución de problemáticas.

III. CONCLUSIONES

Las Instituciones de Educación Superior se convierten en uno de los actores clave, por el papel en la generación de conocimiento y la formación del talento en un mismo lugar. Este modelo de trabajo ha sido exitoso, es lo que se conoce como la triple hélice con la interacción armoniosa entre quienes principalmente generan el conocimiento: universidades, quienes lo aplican para solucionar problemas: empresas y sociedad, quien regula y promueve políticas públicas para que se logre esa interacción: Estado.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores a la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia, a la docente Cristina López González del Grupo de Investigación en Gestión



EXPOTECH 2022

27, 28 y 29 de sept

Industria 4.0 para la innovación,
la educación, el emprendimiento
y el desarrollo regional



Organizacional - GESTOR y al docente Carlos Eduardo Castaño Ríos del Grupo de Investigaciones y Consultorías Contables - GICCO por sus aportes y mentoría durante este proceso.

REFERENCIAS

- [1] BASES DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2018-2022: pacto por Colombia, pacto por la equidad. Recuperado el 05 de septiembre de 2020: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND_2018-2022.pdf
- [2] Innovación en la UdeA. (s.f.). Recuperado el 05 de octubre de 2020: <https://udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/extencion/innovacion/innovacion-udea/contenido/asmenulateral/institucional/>
- [3] Martins, I., López, T., Álvarez, C., Pérez, J. P., Gálvez-Albarracín, E. J., González-Campo, C. H., & Murillo-Vargas, G. (2021). *El espíritu emprendedor de los estudiantes en Colombia. Resultados del Proyecto GUESSS 2021*.
- [4] Pedroza-Zapata, Á. R., & Silva-Flores, M. L. (2020). College ecosystems of science, technology, innovation and entrepreneurship. *Magis, Revista Internacional de Investigación En Educación*, 12(25), 93–110. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m12-25.euct>
- [5] Bosma, N., Hill, S., Kelley, D., Guerrero, M., & Schott, T. (2021). *GEM Global Entrepreneurship Monitor 2020/2021. En GEM Global Entrepreneurship Monitor*. <https://www.gemconsortium.org/report/gem-20202021-global-report>

RELACIÓN DE CAUSALIDAD ENTRE UNA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA INNOVADORA Y LAS ACTITUDES DE LOS ESTUDIANTES HACIA LAS MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE BÁSICA Y MEDIA

CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN AN INNOVATIVE TEACHING METHODOLOGY AND STUDENTS' ATTITUDES TOWARDS MATHEMATICS IN BASIC AND HIGH SCHOOL STUDENTS

Jiménez, Lucero¹, Bernal, Andrés²

¹Universidad Nacional Abierta y a distancia UNAD , Ibagué, Colombia

²Universidad Nacional Abierta y a distancia UNAD , Ibagué, Colombia

¹lucero.jimenez@unad.edu.co

Resumen: La investigación estuvo orientada a estudiar el impacto y la posible relación de causalidad que tiene una metodología innovadora de la enseñanza de las matemáticas en las actitudes de los estudiantes hacia esta área, a partir de un caso de estudio de un profesor que refleja en su praxis afectividad e innovación en su método pedagógico.

De esta manera, la investigación posee un diseño mixto, ya que se divide en tres fases. La primera de carácter cualitativo, la segunda de carácter cuantitativo y en la última fase retoma las técnicas e instrumentos y posteriormente los análisis de los resultados, de las primeras dos.

Como resultado, se observa en las planeaciones de clase y actividades diversas diseñadas por el docente, aspectos que involucran gran contenido pedagógico didáctico que se puede clasificar como una metodología innovadora, por investigación escolar, para la enseñanza de las matemáticas. Además, se identifica que los estudiantes que han tenido la oportunidad de estar bajo un proceso de enseñanza innovadora desarrollan actitudes positivas hacia las matemáticas en relación directa con el tiempo.

Finalmente, se evidencia que la enseñanza por investigación en el aula puede describirse como una de las estrategias innovadoras que influye en el dominio afectivo de los estudiantes. Así mismo, se establece causalidad entre las variables: tiempo bajo una metodología de enseñanza innovadora y las actitudes hacia las matemáticas.

Palabras clave— Actitudes hacia las matemáticas, dominio afectivo, estrategias innovadoras de enseñanza, estudio de caso.

Abstract - The investigation was oriented to study the impact and the possible causal relationship that an innovative methodology of teaching mathematics has on the attitudes of students towards this area, based on the case study of a teacher who reflects in his praxis affectivity and innovation in its pedagogical method.

In this way, the research has a mixed design, since it is divided into three phases. The first of a qualitative nature, the second of a quantitative nature and the last phase takes up the results, techniques and analysis instruments of the first two.

As a result, it is observed in class plans and various activities designed by the teacher, aspects that involve great didactic pedagogical content that can be classified as an innovative methodology, by school research, for the teaching of mathematics. In addition, it is identified that students who have had the opportunity to be under an innovative teaching process develop positive attitudes towards mathematics in direct relation to time.

Finally, it is evident that teaching by research in the classroom can be described as one of the innovative strategies that influence the affective domain of students. Likewise, causality is established between the variables, time under an innovative teaching methodology and attitudes towards mathematics.

Keywords— Attitudes towards mathematics, affective domain, innovative teaching strategies, case study.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

La formulación del problema, partió de la posibilidad de tener un profesor que en su que hacer aplica una metodología de enseñanza innovadora, la premisa abría dos grandes e interesantes cuestionamientos que ameritaban indagar y discutir (Ver Figura 1).

El primero de ellos, invitaba a realizar la descripción de la metodología, escenarios de aplicación, recursos o herramientas y otros elementos de un proceso de enseñanza. Un segundo camino, después de garantizar que el método empleado por un profesor se podía caracterizar como innovador, se direccionaba al efecto que podría causar en los estudiantes receptores con respecto a sus actitudes hacia las matemáticas, teniendo en cuenta que, en el dominio afectivo, la actitud es el elemento que brinda más oportunidades de observación en campos pedagógicos y didácticos [1].

Ahora bien, el diseño metodológico partiendo de las cualidades de un profesor que estaría ejecutando una metodología de enseñanza innovadora y de la caracterización de las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes; se centra en encontrar una relación causal producto de un proceso a lo largo del tiempo.

Por lo anterior, el diseño de investigación se enmarca desde enfoque de estudio de caso y partiendo del estudio de su singularidad, se puede clasificar como una investigación de carácter mixto, teniendo en cuenta los métodos llevados a cabo en tres fases.

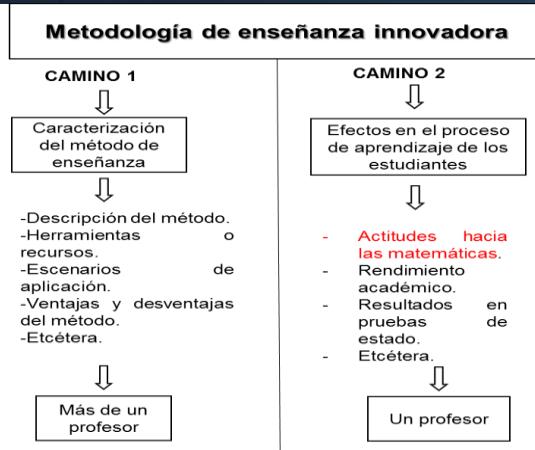


Figura 1: Posibles caminos para estudios sobre metodología de enseñanza innovadora y actitudes hacia las matemáticas.

La primera fase determina si la metodología utilizada por un docente para la enseñanza de las matemáticas es innovadora. Para eso se requería un estudio de carácter cualitativo. En este sentido, como estrategia para la validación del caso se recurrió a la triangulación de información, específicamente entre la opinión o autoevaluación del profesor, el testimonio o comentarios de los estudiantes y las fuentes de información.

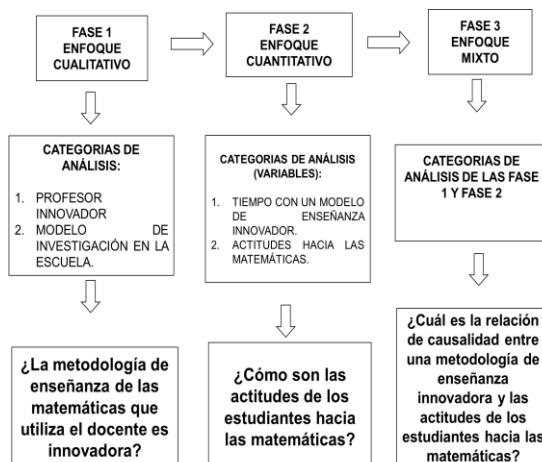


Figura 2: Diseño metodológico

La segunda fase se desarrolló un análisis de carácter cuantitativo que comenzó con la aplicación de un cuestionario tipo Likert que pretendía medir la actitud hacia las matemáticas. La fiabilidad del cuestionario para el estudio de las actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas se ha analizado tras la recogida y tabulado de los datos, a través del cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0,961 lo que indica una elevada fiabilidad [2]. Se realizó una muestra estratificada de 200 estudiantes y luego una muestra aleatoria simple se selecciona de cada segmento (estrato).

Ahora bien, para el análisis de la actitud y de sus componentes, se optó por la aplicación de una prueba chi cuadrado en relación con la variable tiempo bajo una metodología de enseñanza innovadora.

La tercera y última fase se requirió retomar los resultados, las técnicas e instrumentos de las fases 1 y 2, es decir se realizó un análisis mixto por contar con aspectos cualitativos y de forma simultánea con aspectos cuantitativos. (Ver Figura 2).

II. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Inicialmente, se puede inferir que el profesor desarrolla en sus clases una metodología de enseñanza innovadora, en el marco del modelo de investigación en el aula. Esto ha podido identificarse a través de las planeaciones de clase, secuencia de actividades diseñadas por el docente, grabaciones de clases presenciales o virtuales y evidencias de procesos evaluativos de estudiantes, lo nombrado anteriormente son aspectos que involucran gran contenido pedagógico y didáctico que permiten catalogarla como tal.

De manera específica, en el corpus documental de la investigación se logró identificar que el profesor elabora su material pedagógico haciendo uso en la mayoría de las veces de la resolución de

problemas en particular de la simulación y de la modelación sin descartar del todo la enseñanza de algoritmos. También, se puede afirmar que hace uso del contexto de los estudiantes para el diseño o planeación de las clases y actividades. Además, implementa en sus clases el uso de la lúdica desde la motivación y la lógica.

Lo sustentado previamente, es inherente a la triangulación realizada entre las fuentes de información, lo que permite afirmar que existe una coherencia entre lo que piensa el docente de sí mismo, de su práctica pedagógica o de su método y lo que se evidencia en cada elemento curricular analizado en la investigación.

También, se logra establecer una relación de causalidad entre las variables tiempo bajo una metodología de enseñanza innovadora y las actitudes hacia las matemáticas (Ver Figura 3). haciendo uso de una combinación de análisis y resultados discutidos que permiten evidenciar la transformación actitudinal de los estudiantes que han contado con el acompañamiento del docente en cuestión y que son un testimonio congruente de lo manifestado por él.

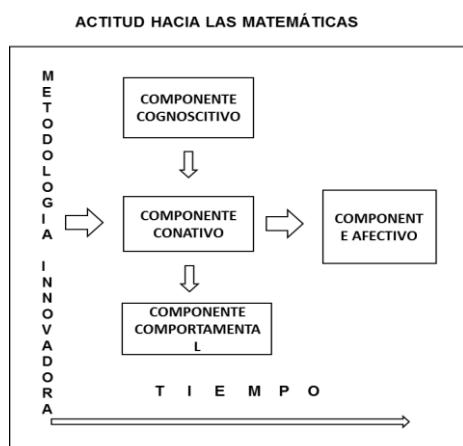


Figura 3: Evolución de los componentes actitudinales a lo largo del tiempo bajo una enseñanza innovadora.

III. CONCLUSIONES

Se concluye que existe una relación de dependencia entre las variables, la cual es muy estrecha e influyente. En efecto, es preciso afirmar que poner en práctica una metodología de enseñanza innovadora impacta de forma directa las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes a través del tiempo.

En este contexto, las actitudes que los estudiantes dicen reflejar dentro de su proceso de aprendizaje tienen total concordancia con las consideraciones que el docente a partir de su experiencia logra percibir de ellos mismos.

También, se puede afirmar que, aunque no se ha sondeado mucho al papel del sistema de afectos del docente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, se tiene claridad que las cuestiones afectivas juegan un papel esencial en la enseñanza y aprendizaje de la matemática. La dimensión afectiva del individuo determina la calidad del aprendizaje y, queda claro en este estudio, que una metodología de enseñanza innovadora puede provocar cambios en la actitud, aunque no parece ser el único factor que los pueda provocar.

Respecto a las actitudes hacia las matemáticas de los estudiantes se infiere que la actitud neutra y la actitud negativa predomina por encima de la actitud positiva por diversos factores como por ejemplo la metodología de enseñanza del docente, las estrategias de aprendizaje utilizadas por los estudiantes, el contexto, ambientes familiares, experiencias escolares, entre otros.

Además, si las actitudes negativas de los estudiantes hacia las matemáticas están dadas en muchos escenarios a causa de los docentes con su metodología tradicional, se sugiere trabajar en la implementación en las aulas de métodos innovadoras de enseñanza, particularmente el modelo de investigación en la escuela como

estrategia de fortalecimiento actitudinal de los estudiantes.

Finalmente, en relación con la categoría actitud, se recomienda indagar otras ramas del dominio afectivo de las matemáticas con el objetivo de ampliar el campo del conocimiento y contribuir a la formación de futuros maestros de matemáticas.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos de los autores al profesor y a los estudiantes de la institución educativa de básica y media de Ibagué Tolima, por haber sido los protagonistas de la investigación y habernos permitido ingresar a su aula.

REFERENCIAS

- [1] McLeod, (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En: D.A. Grows (Ed.). Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning (pp. 575-596). New York: Macmillan N.C.T.M.
- [2] Villarraga, M. E. (2019). Dominio afectivo en educación matemática: el caso de actitudes hacia la estadística en estudiantes colombianos. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, España.
- [3] Flores Martínez, P. (1998). Concepciones y creencias de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. Investigación durante las prácticas de enseñanza. Colección Mathema. Granada: Editorial Comares.
- [4] Gil Cuadra, F., & Rico Romero, L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Enseñanza de las Ciencias, 21(1), 027-47
- [5] Gómez Chacón, I. M. (1998). Una metodología cualitativa para el estudio de las influencias afectivas en el conocimiento de las matemáticas. Enseñanza de las Ciencias, 16(3), 431-450.