

JUNE ISSUE/2024
DOI: 10.47460/MINERVA.V4114

MINERVA



Revista Multidisciplinaria de
Investigación Científica
ISSN: 2697-3650



AutanaBooks
Engineering & Sciences

MINERVA JOURNAL

Electronic journal edited by AutanaBooks.

Continuous periodicity

Our cover:



Font: canva.com
licence: 03422-17578080

Volume 2023 //
JUNE
DOI:10.47460/minerva
ISSN: 2697-3650

On our cover we want to highlight society as a fundamental element of humanity. In this volume we deal with topics from the electric, educational, service and medical sectors, all of them with the addition of being researches from our region.

Viewing the Journal:
<https://minerva.autanabooks.com/index.php/Minerva>

TECHNICAL TEAM

Webmaster and Metadata
Ing. Ángel Lezama (Quito, Ecuador).
a2lezama@gmail.com

Graphic design and layout:
Adrián Hauser
(AutanaBooks, Ecuador).
adrian.hauser@gmail.com

Translator: Fausto Bartolotta
Via Francesco Crispi, 309/A
98028 Santa Teresa Di Riva, Provincia Messina
Italia
[email: fbartolotta@gmail.com](mailto:fbartolotta@gmail.com)

The articles, opinions and collaborations that are published in this magazine do not necessarily represent the informative or institutional philosophy of AutanaBooks SAS and may be reproduced with the prior authorization of the Publisher. In case of reproduction, please cite the source and send copies of the medium used to AutanaBooks, Sector Mitad del Mundo, Quito, Ecuador.

"by the grace of God"

Publisher: Dr. Franyelit Suárez,
<http://orcid.org/0000-0002-8763-5513>
editorial@autanabooks.com
AutanaBooks, Quito, Ecuador

DIRECTORY OF THE MINERVA,
MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH
ACADEMIC COMMITTEE

Dr. Luis Rosales.
Universidad Nacional Experimental Politécnica
"Antonino José de Sucre", Vice Rectorado Puerto Ordaz
luis.rosals2@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7787-9178>
Venezuela.

Dr. José García-Arroyo.
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)
jagarcia@uees.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9905-1374>
España

Dr. Valentina Millano.
<https://orcid.org/0000-0001-6138-4747>.
millanov@fing.luz.edu.ve , millanov@gmail.com
Directora. Universidad del Zulia.
Centro de Estudios de Corrosión (CEC).
Venezuela.

PhD. Yajaira Lizeth Carrasco Vega
<https://orcid.org/0000-0003-4337-6684>
ycarrasco@undc.edu.pe
Universidad Nacional de Cañete
Lima, Perú.

Dr. Edwin Flórez Gómez
<https://orcid.org/0000-0003-4142-3985>
Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
edwin.florez@upr.edu
Mayagüez, Puerto Rico

Dr. Hilda Márquez
<https://orcid.org/0000-0002-7958-420X>
Universidad Metropolitana de Quito,
amarquez@umet.edu.ec
Quito, Ecuador

Dr. Diana Cristina Morales Urrutia
<https://orcid.org/0000-0002-9693-3192>
dc.moralesu@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato, Ecuador

Dr. Hernan Mauricio Quisimain Santamaria
<https://orcid.org/0000-8491-8326>
hernanmquisimalin@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato.
Ambato, Ecuador

DIRECTORY OF THE MINERVA,
MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH
ACADEMIC COMMITTEE

Dr. Jorge Mauricio Fuentes Fuentes,
<https://orcid.org/0000-0003-0342-643X>,
jmfuentes@uce.edu.ec;
Universidad Central del Ecuador.
Quito-Ecuador

Dr. Yelka Martina López Cuadra
<https://orcid.org/0000-0002-3522-0658>
ylopez@unibagua.edu.pe
Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía
de Bagua
Bagua, Perú

Dra. Irela Perez Magin
<https://orcid.org/0000-0003-3329-4503>
iperezmagin@pupr.edu
Universidad Politécnica de Puerto Rico
San Juan, Puerto Rico

PhD. Alejandro Suarez-Alvites
<https://orcid.org/0000-0002-9397-057X>
alejandrosualvites@hotmail.com
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Peru, Lima

Dr. Janio Jadán.
Universidad Tecnológica Indoamérica,
Quito, Ecuador.
janiojadan@uti.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3616-2074>
Ecuador

Dr. Neris Ortega
<https://orcid.org/0000-0001-5643-5925>
Universidad Metropolitana de Quito,
Quito, Ecuador
nortega@umet.edu.ec

Dr. Juan Carlos Alvarado Ibáñez
<https://orcid.org/0000-0002-6413-3457>
jalvarado@unibagua.edu.pe
Universidad Nacional Intercultural Fabiola
Salazar Leguía de Bagua
Bagua-Perú

Mgt. Juan Segura
<https://orcid.org/0000-0002-0625-0719>
juansegura@uti.edu.ec
Universidad Tecnológica Indoamérica
Quito, Ecuador

Dr. Jairo José Rondón Contreras
<https://orcid.org/0000-0002-9738-966X>
Instituto tecnológico de Santo Domingo
rondonjx@gmail.com/ jairo.rondon@intec.edu.do
República Dominicana

DIRECTORY OF THE MINERVA,
MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH
ACADEMIC COMMITTEE

Dr. Angel Gonzalez Lizardo
<https://orcid.org/0000-0002-0722-1426>
Polytechnic University of Puerto Rico
agonzalez@pupr.edu
Puerto Rico, San Juan

Dr. Wilfredo Fariñas Coronado
<https://orcid.org/0000-0003-2095-5755>
Polytechnic University of Puerto Rico
wfarinascoronado@pupr.edu
Puerto Rico, San Juan

Dra. Diana Cristina Morales Urrutia
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9693-3192>
dc.moralesu@uta.edu.ec
Universidad Técnica de Ambato
Ambato-Ecuador

Dr. Carlos Alberto Gómez Cano
<https://orcid.org/0000-0003-0425-7201>
Corporación Unificada Nacional de Educación Superior – CUN.
carlos_gomezca@cun.edu.co
carlosgomez325@gmail.com
Flores, Caquetá, Colombia.

Mgr. Benjamín David Carril Verastegui
<https://orcid.org/0000-0001-6010-0175>
bcarril@unitru.edu.pe
Universidad Nacional de Trujillo
Trujillo, Perú.

Content

- 9 Asanza Chóez José Arturo, Asanza Choez Rodrigo Rogerio, Pincay Mendoza Yhonny Alberto. ***Digital marketing in higher education.***
- 19 Agila Tufino Jenniffer Alexandra, Moya Reina Ivette Andrea, Segundo García Alcides Muentes, Cevallos Cedeno Ramón Eudoro. ***Obtaining and characterization of biodiesel by transesterification from sunflower oil.***
- 29 Lascano Edison, Alay Alba, Rivadeneira Fredy. ***Use of GeoGebra as a didactic resource for the solution of linear ordinary differential equations.***
- 40 Garcia Vera Veronica Rocio, De la Pena Consuegra Geilert. ***Collaborative work as a pedagogical strategy to favor the school coexistence of children.***
- 52 Zambrano Jiménez, Wilson Francisco, Macías Quiroz Divina Monserrate, Fernández Sánchez Jorge Andrés, Zambrano Cevallos Shaileen Mariela. ***Determinant factors of non-attendance to medical appointments: a mixed-methods approach.***
- 63 Casa Chancusig Luis Franklin, Barbosa Galarza Jose Efren, Quinatoa Caiza Carlos Ivan. ***Study and simulation of the coordination of electrical protections.***
- 73 Veliz Bazurto Darwin Gustavo. ***Thyroid dysfunction and its relationship to serum lipid levels in adults.***
- 85 Andrade Velez Daniel, Alvarez-Alvarado Manuel S. ***Implementation of the Gowin's V strategy in experimental physics teaching for High School students.***
- 96 Moreano Teran Nancy Fabiola, Armijos Ango Sara Alejandra, Basantes Moreano Luis Fredy, Aulestia Herrera Magaly Isabel. ***Entrepreneurship fairs as a strategic tool for the development of networking.***
- 105 Taday Alvarez Cesar Augusto, Mullo Pallo Mauricio Eduardo, Castro Yanez Mauro Stalin, Mejia Banda Carlos Daniel. ***Evaluation of operational reliability in an electrical distribution feeder.***



Editorial

Embracing Multidisciplinary Approaches to Drive Innovation and Learning

In an era of rapid technological advancements and interdisciplinary convergence, the breadth of research being conducted in scientific and educational fields is essential to address complex societal challenges. The topics covered in recent studies—ranging from digital marketing in higher education to the characterization of biodiesel from renewable sources—demonstrate the diverse avenues through which scientific inquiry and educational innovation are transforming our world.

Digital marketing's integration into higher education underscores a shift in how institutions attract, engage, and retain students in a competitive environment. Meanwhile, studies in sustainable energy, such as biodiesel production from sunflower oil, address environmental concerns that are becoming increasingly urgent. In education, the application of tools like GeoGebra for differential equations provides a dynamic way to foster mathematical understanding, while collaborative work and Gowin's V strategy enhance critical thinking and improve school coexistence. These educational strategies are crucial in promoting holistic learning environments that prioritize both academic rigor and social well-being.

Furthermore, research into determinants of non-attendance to medical appointments, thyroid dysfunction's impact on lipid levels, and the operational reliability of electrical systems exemplifies how focused scientific efforts can lead to significant improvements in public health and infrastructure. Entrepreneurship fairs, meanwhile, highlight the importance of experiential learning and networking as drivers of economic innovation.

These studies contribute to a larger framework that values interdisciplinary learning and application. As we continue to support and publish such diverse research, we acknowledge the interconnected nature of knowledge and its potential to catalyze progress across sectors.

*Franyelit Suárez, Ph. D.
Publisher*





El marketing digital en la educación superior

José Arturo Asanza Chóez
<https://orcid.org/0009-0005-0259-349X>
jose.asanza@unesum.edu.ec
Universidad Estatal del Sur de Manabí
Jipijapa-Ecuador

Rodrigo Rogerio Asanza Chóez
<https://orcid.org/0009-0004-0895-4578>
rodrigo.asanza@cnel.gob.ec
Corporación Nacional de Electricidad
Manta-Ecuador

Yhonny Alberto Pincay Mendoza
<https://orcid.org/0000-0003-3746-8304>
yhonny.pincay@unesum.edu.ec
Universidad Estatal del Sur de Manabí
Jipijapa-Ecuador

Recibido (05/03/2024), Aceptado (02/04/2024)

Resumen: El marketing digital es sin duda una fuente de aprendizaje tecnológico, que resulta invaluable en las universidades. La finalidad del trabajo fue explorar la incorporación del marketing digital en los programas educativos de Educación Superior, para ello se utilizó una metodología de tipo cuantitativa que permitiera establecer las estrategias implementadas por los docentes, considerando una población de 100 estudiantes y 4 docentes expertos en temas de marketing digital. Entre los principales resultados se estableció que las clases virtuales han permitido a los estudiantes mejorar su habilidad innovadora, satisfaciendo los requerimientos académicos impartidos por los docentes. Por lo que se pudo concluir que el uso de la tecnología en la carrera de marketing influye en el desarrollo de las habilidades y conocimientos para el éxito profesional futuro.

Palabras clave: innovación, marketing digital, desarrollo de habilidad

Digital marketing in higher education

Abstract.- Digital marketing is undoubtedly a source of technological learning, proving invaluable in universities. The purpose of this work was to explore the incorporation of digital marketing in higher education programs. A quantitative methodology was employed to establish the strategies implemented by the teachers, considering a population of 100 students and four teachers who are experts in digital marketing. Among the main results is that virtual classes have enabled students to enhance their innovative skills, meeting the academic requirements set by the teachers. Therefore, it can be concluded that using technology in a marketing career significantly influences the development of skills and knowledge for future career success.

Keywords: innovation, digital marketing, skill development.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el marketing digital ha emergido como una fuerza transformadora en varios aspectos de la cotidianidad de las personas. Tanto es aspectos de compra – venta, como en la educación, en especial al hablar sobre la educación superior. Con la proliferación de la tecnología digital a causa de la presencia de Internet, las Instituciones de Educación Superior se han visto obligadas a adaptarse y evolucionar junto a la tecnología, aplicando nuevas estrategias de marketing para satisfacer las demandas de un mercado cada vez más competitivo y globalizado [1]. En este contexto, el marketing digital se ha convertido en un recurso invaluable para las universidades, permitiéndoles alcanzar una educación tecnológica combinada entre lo tradicional y lo actual, a fin de que cada individuo pueda manejar recursos desde diversas perspectivas, comprometiéndose manera más efectiva y personalizada ante la especialidad que han decidido obtener. La transformación digital ha redefinido hasta la forma en que las Instituciones de Educación Superior se comunican, promocionan y brindan sus programas y servicios ante la sociedad donde se desarrollan [2]. Antes este tipo de actividad era dominado por métodos tradicionales de marketing como anuncios en periódicos, ferias educativas y folletos impresos, el panorama actual está marcado por una diversidad de canales digitales que incluyen redes sociales, motores de búsqueda, correo electrónico, contenido en línea y aplicaciones móviles.

Esta transición hacia lo digital ha sido impulsada por una serie de factores, incluyendo el aumento de la conectividad global, la creciente prevalencia de dispositivos móviles y la demanda de experiencias más personalizadas por parte de los consumidores. En este nuevo paradigma, las instituciones de educación superior se encuentran compitiendo no solo con otras universidades locales o nacionales, sino también con instituciones internacionales que pueden llegar a través de fronteras y continentes con el toque de un botón [3]. Como respuestas a estos cambios, en el contexto ecuatoriano, las universidades están optando por implementar el uso de la tecnología no solo para transformar la comunicación existente entre la población y la institución, sino que por el contrario, pretenden mejorar la educación, a fin de que estos cambios se den desde el interior de las mismas universidades, generando así una competitividad basada en conocimientos de los estudiantes [4]. Es decir, que en función de la expansión que ha presentado la tecnología, las universidades están conscientes de la importancia de integrar el marketing digital en sus programas académicos a fin de poder preparar a sus estudiantes para un mundo globalizado y un mercado laboral actual.

La carrera de marketing es una de las más aceptadas por los estudiantes, que desean usar la tecnología como un medio de aprendizaje y posteriormente como fuente de ingreso de forma profesional. Hoy en día, son muchas las empresas que solicitan personal especializado en marketing digital, a fin de poder realizar una publicidad de menor costo y que llegue a la mayor cantidad de personas a nivel mundial, puesto que el marketing digital, permite que una empresa pueda darse a conocer en lugares remotos y de esta forma maximizar sus ventas y por ende el número de clientes, adaptándose así a nuevos hábitos de consumidores [5]. Esto ha generado que la demanda de profesionales calificados en marketing digital haya alcanzado niveles sin precedentes por la diversidad de fuentes de trabajo en constante evolución. Las universidades están conscientes de que el uso de la tecnología ha marcado un nuevo mecanismo de enseñanza, aprendizaje, comunicación, relaciones entre otros aspectos, que facultan a las personas a transformar la forma en que realizaban sus actividades diarias. Un ejemplo claro es el uso de las redes sociales, donde las personas pueden realizar todo tipo de actividad comercial, familiar y social, sin necesidad de salir de sus hogares en cualquier parte del mundo [3].

Esta investigación plantea explorar la intersección entre el marketing digital y la educación superior, examinando cómo las instituciones educativas han adoptado y aprovechado las estrategias digitales para atraer, retener y cultivar relaciones con estudiantes potenciales y actualizados a una era tecnológica. Es imperativo analizar las herramientas y mejores prácticas en marketing digital que han transformando el panorama educativo, manejando las clases habituales hasta las plataformas digitales específicas, enfrentando desafíos y oportunidades dentro de su aprendizaje.

II. DESARROLLO

El marketing digital se basa en la utilización de recursos tecnológicos y de medios digitales para desarrollar comunicaciones directas, personales y que provoquen una reacción en el receptor. Este tipo de marketing se utiliza para crear una presencia en medios digitales como internet, telefonía móvil, televisión digital e incluso los videojuegos. Por tanto se puede expresar que el marketing digital es el uso de los canales digitales para promover o comercializar productos y servicios a los consumidores y las empresas [6]. El marketing digital presenta beneficios en muchos ámbitos como empresarial, comercial, educativo entre otros, cada vez sigue innovando según como avanza la tecnología, se puede determinar que el internet establece comunicaciones por ende siendo una herramienta muy importante y brindando oportunidades nuevas. Se puede determinar que el marketing digital que se consideran aplicaciones digitales tiene como beneficio de brindar apoyo al aprendizaje a través de la tecnología mejorando el conocimiento de los usuarios [7].

Es así que el marketing, es el proceso de identificar y entender las necesidades, deseos y demandas de los clientes para realizar un estudio de los consumidores, las entidades de marketing se encargan de realizar estudios de mercado en los que se analizan las pautas de consumo de los individuos y a la vez estudian el proceso de compra de cada grupo al que van dirigido. En ese sentido se describen los deseos como la forma que tienen las necesidades humanas de manifestarse a través de factores culturales y de la personalidad de cada ser humano, los deseos pueden convertirse en demanda si se le añade la capacidad de comprar [2]. Por tanto, el marketing digital es ampliamente reconocido como una herramienta esencial en el entorno empresarial, ya que permite establecer una conexión directa con los clientes. Asimismo, desempeña un papel fundamental en el posicionamiento de mercado. Durante la pandemia Covid 19, los medios digitales se convirtieron en una plataforma clave para obtener información y realizar compras en entornos virtuales [4]. Como resultado, las empresas han migrado hacia el uso de canales digitales para lograr una posición competitiva adecuada. Es fundamental tener en cuenta la segmentación del mercado, considerando la tipología de los consumidores, a fin de definir el público objetivo y diferenciar las preferencias de los clientes [4].

El marketing digital se basa en la aplicación de estrategias y técnicas de comercialización efectuadas en medios digitales en la actualidad aparecen nuevas formas que facilitan el trabajo y una comunicación más directa con el cliente [8]. Por tanto, el marketing digital se caracteriza por el uso de aparatos electrónicos como computadores, teléfonos inteligentes es así como, el uso de las diversas plataformas digitales permite interactuar con el cliente mediante mensajes, correos electrónicos y sitios webs dando lugar a una conexión directa con la audiencia a diferencia del marketing tradicional [7]. Este tipo de marketing posee técnicas que permiten brindar una experiencia personalizada, un trato directo con el usuario consecuentemente genera un mayor alcance y posteriormente aumenta la satisfacción en el cliente [9]. En este sentido las técnicas de este tipo de marketing serian el salvavidas de la organización, al permitir expandir el mercado, abrir las puertas del negocio a un público objetivo de mayor alcance, salirse de las limitaciones que se refieren al área geográfica. La inversión que se realiza en marketing digital se da en conversiones como leads y ventas, por ello, el principal propósito es optimizar el factor de la conversión.

Ya en temas educativos hasta el día de hoy la mejor herramienta que pudo surgir en un uso más frecuente es la tecnología, esta se integró de una manera efectiva dentro de la educación. Es importante tener un sistema de información y una fuerte gestión educativa porque ambas permiten crear un mejor vínculo entre el docente y estudiante y obtener las herramientas eficientes para su aprendizaje. La educación ha innovado en base a que todos los docentes debieron capacitarse de mejor manera para poder brindar de manera más eficiente el conocimiento a sus estudiantes [10]. En el Ecuador la educación es gratuita y obligatoria, siendo algo bueno para los jóvenes, la misma que se divide en tres etapas, básica, media y superior. Dentro de la educación superior se presenta una gran variedad de oferta en las diversas provincias del país, sean estas públicas y privadas, donde los estudiantes pueden elegir en una diversa gama de carreras en diferentes áreas y en base a su récord académico lograr destacar entre la multitud. Entre ellas está la carrera de marketing, la misma que se ha ido innovando conforme surge la necesidad educativa global. La educación es importante en el gobierno ecuatoriano debido a que se la considera en el desarrollo, futuro y bienestar de los ciudadanos ecuatorianos y es importante de igual manera para el crecimiento del país de manera económica y social [11].

La información de hoy en día se encuentra al alcance de un clic, esto se debe a que la información y conocimiento que se requiere se lo encuentra con facilidad en línea. Se puede decir que las personas que ya nacieron en esta generación de la tecnología no es un avance para ellos si no su realidad. Gracias a estos avances las nuevas generaciones obligaron a cambiar la manera de enseñar ya no es solo transferir el conocimiento de parte del docente a alumno por el uso de memorización, siendo la misma educación que se recibía año tras año. Hoy en día el alumno encuentra a su propia manera la información o cualquier duda que tenga mediante el uso de tecnologías [12]. La evolución de la educación ahora se basa en la tecnología, un estudiante ya no requiere de la necesidad de buscar a un docente por información simplemente debe investigar y encontrara la respuesta. Debido a la adaptación que se obtuvo, la generación de hoy valora la innovación [13]. De esta forma, se ha intensificado el uso de las redes sociales en la educación superior se percibe como un nuevo elemento didáctico en el que se establece relaciones de intercambios personales que motiven a perfeccionar el aprendizaje, conjuntamente esto podría romper el esquema habitual donde el docente es el único dueño del conocimiento [14]. En este sentido, se facilita el acceso a la información a todos los estudiantes sin ninguna restricción, se considera importante que el docente manifieste que a pesar del espacio interactivo informal que las redes sociales sostienen frente a la sociedad, su fin en la educación es mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Las herramientas digitales tienen como propósito fomentar un autoaprendizaje mediante el sistema de recompensas que ofrecen este tipo de interacciones virtuales conocidas como aprendizajes basados en juegos para lograr en los alumnos un ambiente de diversión mientras aprende [15]. En ese mismo sentido, se clarifica que el aprendizaje autónomo es importante en áreas de Marketing, administración, economía, idiomas, donde los alumnos deben estar motivados para involucrarse más en su proceso educativo y fomentar el autoaprendizaje a través del uso de plataformas que permita presentar un mejor resultado de su aprendizaje. El nuevo entorno de la educación virtual exige el uso de elementos digitales que contribuyan a fomentar el autoaprendizaje, uno de los más utilizados por las universidades en Ecuador y el mundo [15], es el webinar que está convirtiéndose en una genuina revolución en la educación en línea, de manera que su uso se fundamenta en la transmisión de conceptos, creación de programas formativos, facilitando la distribución de su contenido educativo al mundo. Algunos autores concuerdan que, el uso de este tipo de plataformas promueve un aprendizaje colaborativo que genera un alto grado de participación con los alumnos de forma individual y grupal [16].

De la misma manera, el uso de las tecnologías en la educación ha creado un nuevo ambiente en donde los profesores pueden elegir herramientas relevantes para su proceso de enseñanza-aprendizaje entre las que se menciona el uso de blog, redes sociales, pizarras virtuales y gamificación [17]. El escenario de un entorno educativo virtual propicia el uso de herramientas digitales donde se reconoce al blog como un elemento didáctico de la web 2.0 con el propósito de promover un ambiente de aprendizaje entre docente y estudiante, este elemento se convierte en una estrategia fundamental para la creación de contenido para compartirlo en línea entre docente y alumno. Es así que, en el ámbito de la educación la realidad virtual va tomando su lugar debido al desarrollo de la tecnología su uso promueve nuevas posibilidades educativas donde se hace presente el aprendizaje experimental y significativo [18]. El uso de la realidad virtual como recurso educativo en la educación superior tiene mucha significación en el aprendizaje debido a la habilidad de implantar en el estudiante entornos multisensoriales donde existe interacción para que se logre la estimulación sobre el proceso del aprendizaje [16].

Bajo lo acotado se puede expresar que el marketing de contenidos forma parte de la estrategia digital su propósito es atraer clientes mediante información que sea de su interés y brinde la alternativa de solucionar sus necesidades [19]. En esta misma línea se identifica al contenido como un punto de encuentro en donde el consumidor está dispuesto a escuchar basándose en el contenido. De este modo, los elementos de un programa de contenidos son las redes sociales, el blog, e-books y material de contenido visual [18]. El éxito de esta estrategia reside en la creación de contenido digital de calidad que sea diferenciado y logre transmitir valor mediante el contenido que se ha generado sobre el producto o servicio. El marketing digital facilita el contacto instantáneo con cualquier persona en el mundo, definiéndolo como el conjunto de estrategias de mercadeo que ocurren en la web [20]. El marketing de contenidos tiene como objetivo brindar un valor añadido al usuario cuyo fin es educar, informar y entretener por medio de un contenido relevante con el público y con el propósito de captar más usuarios [1]. En la educación las estrategias de marketing educativo se centran en la satisfacción de los alumnos: como difusión de proyectos en páginas webs, creación de sitios webs donde exista material como audio o videos para aprender un nuevo idioma [18].

III. METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y descriptivo, lo que permitió comprender los diversos fenómenos sociales y obtener experiencias y datos relevantes, específicamente en el ámbito educativo. Debido a ello, se requirió la utilización de métodos de nivel teórico, como el método de análisis y síntesis, además de empíricos, así como la observación. Así pues, para la obtención de constructos relevantes que permitieron fundamentar la investigación fue indispensable utilizar la técnica de revisión bibliográfica, la cual, con la ayuda de una ficha electrónica, permitió analizar y sintetizar información encontrada en diversos textos electrónicos como artículos científicos, tesis, blogs, entre otros. Posteriormente, en la fase diagnóstica se requirió hacer uso de la técnica de la observación, utilizando como recurso una lista de cotejo para determinar el avance que han obtenido los individuos estudiados, en cuanto a la asignatura de matemática. Finalmente, se desarrolló un informe por cada estudiante, describiendo características y elementos propios para lograr fortalecer el aprendizaje. Además, se realizó una entrevista a la docente de apoyo y seguimiento a la inclusión, para determinar los avances que se han logrado en cuanto al aprendizaje de conceptos matemáticos en jóvenes con discapacidad intelectual. Todo esto con el propósito de identificar líneas de acción que ayudarán a crear adaptaciones curriculares que faciliten la praxis educativa.

IV. RESULTADOS

Los profesionales de marketing digital deben tener una comprensión sólida sobre los fundamentos, incluyendo los principios de segmentación y estudios de mercado, posicionamiento de marca y análisis de competencia y comportamiento de los consumidores, lo cual proporcionan una base para poder desarrollar estrategias efectivas sobre el entorno digital y laboral al que van a estar sujetos a lo largo de su vida como profesionales.

Considerando que en la actualidad existe una serie de plataformas como herramientas abiertas en la implementación de estrategias de marketing en beneficio de un fin específico, se concluye que las redes sociales son ahora la principal fuente de esparcimiento digital para dar a conocer servicios o productos de diferentes tipos o programas. Por ello, los profesionales en marketing deben basar sus esfuerzos en proyectar campañas atractivas para los consumidores. Bajo esta perspectiva se realizó una encuesta a un grupo de estudiantes de último año de la carrera de Marketing en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, definiendo interrogantes que permitan conocer la preparación a la que están sujetos tales alumnos para transformar su aprendizaje tradicional en el uso de la inteligencia artificial y otras innovaciones tecnológicas actuales.

Se indagó directamente sobre el nivel de preparación en temas de marketing digital, donde el 80% manifestó que dentro de la carrera se les prepara sobre el uso de herramientas digitales, como el marketing de voz, realidad aumentada, uso de redes sociales entre otros; considerados temas fundamentales para el desarrollo de publicidades digitales empresariales de cualquier índole. Sin embargo el 20% considera que las herramientas utilizadas dentro de las aulas de clases no son suficientes, puesto que el uso de la inteligencia artificial es un tema que aún no es considerado en la universidad como tema prioritario de aprendizaje, lo que les hace poco competitivo en un mercado laboral.

Sobre el desarrollo de las habilidades técnicas de marketing digital, se pudo observar que en un 100% los estudiantes expresan que se trata de fomentar este tipo de desarrollo, sin embargo, depende de cada estudiante impulsar su aprendizaje de forma autónoma o conformarse con lo aprendido en las clases, de las diversas modalidades tanto presenciales como virtuales que la UNESUM oferta.

La capacidad de crear contenidos atractivos es esencial para el éxito de la carrera de marketing digital, por ello, se indagó sobre los contenidos que los estudiantes elaboran y su satisfacción entre los consumidores locales, Observando que el 60% manifestó que los contenidos han sido satisfactorios para muchos, sin embargo, se han presentado varias dificultades en la elaboración y preparación digital. El 30% de los encuestados expresa que a veces estos contenidos satisfacen a la misma población estudiantil, dependiendo de su contenido y de la forma en que se han elaborado, y el 10% expresa que este tipo de contenido no satisfacen las necesidades técnicas y habilidades de los mismos estudiantes, especialmente considerando que ya están en la parte final de la carrera universitaria, haciendo que esto requieran de mayores herramientas digitales que faciliten el éxito de la creación e interpretación de los datos a ser expuestos.

A quienes reciben las clases de forma virtual, se les indagó sobre el nivel de aprendizaje que ellos obtienen, revelando que los estudiantes consideran que es satisfactorio ante un aprendizaje presencial o tradicional. Por otro lado, el 75% de los encuestados manifestaron que en realidad se encuentran muy satisfechos, puesto que las clases son a cabalidad, es decir, no pierden sesiones y utilizan la tecnología como una herramienta básica de aprendizaje, lo cual les faculta a trabajar abiertamente en todo aspecto tecnológico, lo que en ocasiones no sucede en la modalidad presencial, puesto que el uso de la tecnología suele ser limitado.

De igual forma se indagó sobre el tipo de herramientas empleadas en clases virtuales, donde el 85% expresó que utilizan una combinación entre lo teórico tradicional y lo práctico actual, obteniendo un mayor aprendizaje basado también en auto preparación, la cual se utiliza mucho en el sistema virtual. Los docentes envían actividades que solo se pueden realizar siendo creativos y empleando herramientas tecnológicas de gran impacto, a fin de obtener resultados satisfactorios para ser presentados en las respectivas exposiciones o proyectos finales.

Finalmente, los alumnos encuestados han manifestados que tienen un amplio conocimiento sobre el manejo de herramientas tecnológicas, inteligencia artificial y uso de marketing mix, y marketing virtual, lo que les hace profesionales capacitados para enfrentar los desafíos laborales del mercado local. Sin embargo, sienten la necesidad de seguir aprendiendo, especialmente en lo relacionado a inteligencia artificial y uso de nuevas estrategias de innovación, que brinden gran impacto a los consumidores a nivel mundial.

Una vez realizada la encuesta a los estudiantes, se consideró pertinente dialogar con los profesionales docentes en marketing digital que laboran dentro de la misma UNESUM, a los cuales se les indagó sobre el uso de la tecnología como herramienta principal en la enseñanza-aprendizaje. Se observó que la totalidad de los encuestados manifiesta utilizar la tecnología como base principal del proceso de aprendizaje, dentro de la carrera de marketing inicialmente se enseña la parte teórica a fin de que estos vayan preparándose y desarrollando la habilidad de generar contenidos de alto impacto que satisfagan las necesidades requeridas. Se indagó si dentro de las clases se debe utilizar un sistema de recompensa para que los estudiantes se motiven en realizar una actividad innovadora; donde el 100% expresó que esto sucede en todas las clases de todas las carreras, puesto que los trabajos son calificados en base a su presentación y cumplimiento, mostrando que se lleva a cabo un proceso de evaluación justo en función al esfuerzo y al mérito. Esto realmente motiva a los estudiantes, especialmente cuando se realizan trabajos grupales, pues se puede observar una mejor presentación, con ideas innovadoras que en ocasiones sorprenden al mismo docente, por la habilidad que muchos poseen, al manejar la tecnología.

Así mismo, se indagó si dentro de las aulas de clases sean virtual o presencial, se pueden desarrollar actividades y habilidades creativas en base al uso de la tecnología para fomentar un marketing digital satisfactorio a las necesidades actuales. Observando que la totalidad de los estudiantes manifestó que se puede desarrollar este tipo de actividades, a pesar de que existen dificultades, especialmente al inicio de la carrera, donde los estudiantes aun no desarrollan totalmente su habilidad para elaborar propuestas complejas para elaborar una publicidad de bajo costo y gran impacto, que sea de satisfacción de una empresa específica; al final de la carrera, muchos han presentado grandes proyectos que se ponen en práctica, seguramente obtendrán excelentes resultados.

Muchos de los estudiantes, inician la vida laboral antes de culminar su carrera universitaria, lo que les permite observar directamente las necesidades empresariales de implementar una propuesta innovadora publicitaria, que permita captar clientes potenciales a nivel local, nacional e internacional. Expresan los docentes, que en la actualidad, no se requiere poseer una gran empresa para ofrecer un servicio o producto, muchas personas empiezan en casa, con una buena idea publicitaria, elaboran un proyecto y lo ponen en marcha a manera de emprendimiento, haciéndose conocer por medio de las redes sociales direccionando a una página web de la empresa donde se presentan los servicios ofrecidos y atención personalizada. Este tipo de asistencia realmente simplifica la vida de muchas personas, que en la actualidad priorizan sus actividades y prefieren revisar su aparato tecnológico para solicitar un servicio de calidad. Los docentes manifiestan que la carrera de marketing ofertada por la UNESUM ha sido de gran impacto entre la comunidad, puesto que recibe estudiantes de varias ciudades tanto en su modalidad presencial como virtual.

Según los resultados en la entrevista realizada a los docentes se pudo denotar la satisfacción que sienten al mencionar que a que muchos estudiantes aspiran realizar sus propios trabajos una vez culminada su educación superior, se observó cómo utilizan la tecnología para maximizar su aprendizaje siendo un factor clave para su desarrollo laboral y personal. Estos resultados, permiten expresar que la educación virtual en las Universidades se está realizando de forma aceptable rompiendo así las inquietudes de muchos catedráticos, que por años consideraban que, para una educación completa y satisfactoria, era necesario que las clases sean de forma presencial a fin de tener un mayor control sobre las actividades y certeza de los resultados obtenidos. Sin embargo, se denota un alto nivel de aprendizaje en esta área educativa, lo que puede influir al manejo de la tecnología como principal atenuante al aprendizaje significativo de la especialidad analizada.

Según la investigación de campo realizada, los estudiantes presentan mayor interés por carreras técnicas que permita ser ellos mismos los desarrolladores de su emprendimiento o jefe de su tiempo, lo cual les permite esta área, donde son ellos quienes pueden influir en el éxito de una empresa o potenciar su propio negocio a través de estrategias de marketing actuales con un gran impacto en su entorno proyectándose a nuevos desafíos.

El estudio basa su confiabilidad en las entrevistas realizadas a los docentes de la modalidad virtual de la carrera de Marketing digital de la universidad del Sur de Manabí. A través de esto se pudo determinar los resultados con criterios formados y especializados en estas áreas. De igual forma, se consideró y validó los datos que proporcionaron los estudiantes, por lo que, si se volviera a realizar una investigación similar en esta institución, se obtendría datos similares los cuales corroborarían los presentados en este documento. La investigación se realizó abiertamente sin ningún tipo de presión hacia los estudiantes, para facilidad de la toma de datos y veracidad de la información, así como la validez de los resultados presentados por los mismos docentes que proporcionan tales clases.

Dentro de la confiabilidad, se pretendió responder el ámbito que cubre la variable analizada, diseñando un esquema de interrogantes, que permitieron dar a conocer la problemática y la forma de aplicación del marketing digital en la actualidad, partiendo de la educación adquirida en la Institución superior.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos es clara la necesidad educativa en esta área, puesto que el nivel de aprendizaje del marketing digital en las carreras universitarias, el uso y dominio de las plataformas digitales es actualmente una herramienta de emprendimiento independiente que requiere de una enseñanza completa de la tecnología y prácticas relevantes que generan efectividad en un entorno altamente competitivo.

El marketing digital ha surgido como una fuerza disruptiva y transformadora en la Educación Superior, ofreciendo nuevas formas de alcanzar, involucrar y retener a prospectos y estudiantes. La carrera de marketing digital ofrece una amplia gama de oportunidades para aquellos que buscan ingresar a un campo emocionante y en constante evolución. Sin embargo, alcanzar un nivel de dominio en esta área requiere un compromiso continuo con el aprendizaje y el desarrollo de habilidades, desde fundamentos del marketing hasta el dominio de herramientas y tecnologías digitales emergentes.

A medida que las instituciones continúan adaptándose a este entorno digital en constante evolución, es fundamental que mantengan activada la incorporación de las últimas tendencias tecnológicas, aplicando herramientas y mejores prácticas en marketing digital, lo cual permite de varias formas asegurar su relevancia y competitividad en el mercado educativo global. Por ende, se considera importante que las universidades estén dispuestas a invertir sus recursos en el desarrollo de herramientas tecnológicas, no solo en marketing digital, sino también en las múltiples carreras que ofertan anualmente. Todo ello, con el firme propósito de obtener profesionales exitosos con oportunidades de crecimiento a través de una carrera que motive su crecimiento personal y por ende profesional

REFERENCIAS

- [1] E. Lara y R. Rubio, Las redes sociales como estrategias de marketing digital para la Asociación ANCE, Repositorio digital. Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [2] C. Calvache y S. Guashca, Estrategias de marketing digital para la capacitación de clientes en la Clínica Odontológica Dental Pallo, Repositorio digital. Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [3] B. Alcivar, Gamificación como herramienta del marketing digital, Repositorio digital. Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [4] C. Beltrán, R. Zamora y L. Calero, Marketing digital y el posicionamiento basado en la tipología de las personas en la empresa, Repositorio digital, Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [5] L. Ballesteros y C. Guerrero, Análisis bibliométrico de la categoría gamificación del marketing, MEDware, 2018.
- [6] R. Alvarado, Estrategia de marketing digital para incrementar la capacitación de alumnos del Instituto Superior Tecnológico, Repositorio digital. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/dc4e3081-5d43-4bbd-ad3e-9091d2e18195/content>, 2020.
- [7] B. Lozano, M. Toro y D. Calderón, «El marketing digital: herramientas y tendencias actuales,» Dialnet Uniroja, pp. 278-289. <http://dxdoi.org/10.23857/dc.v7i6.2371>, 2021.
- [8] Y. Shum Xie, Marketing digital Herramientas, tecnicas y estrategias, Ediciones U., 2020.
- [9] C. Rodriguez, P. González y J. Gorriñ, «Ventajas y desventajas del marketing digital,» Revista Convicciones, vol. 2, n° 3, pp. 26-30, 2020.
- [10] G. Padilla y L. Abreu, «Un antes y un despues en la Educación,» Revista Internacional Journal of Good Conscience, vol. 3, n° 1, pp. 16-27, 2021.
- [11] Ministerio de Educación, «Sistema Educativo de Ecuador,» 2023. [En línea]. Available: <http://blog.espol.edu.ec/bachiller/descubre-el-sistema-educativo-de-ecuador/>.
- [12] G. Renault, «Panorama Portal a la educación,» 2019. [En línea]. Available: <https://panorama.oei.org.ar/el-desafio-de-laeducacion-en-la-actualidad/>.
- [13] S. Talavera y J. Casco, «Construyendo hoy la educación del mañana,» 2020. [En línea]. Available: <https://otrasvoceseneducacion.org/archivos/354897>.
- [14] L. Gómez, «Uso de la red social Facebook como herramienta universitaria en terapia ocupacional,» Educación Superior, vol. 7, pp. 245-250, 2018.
- [15] C. Gómez, M. Brea y D. García, «Gamificación en ciencias de la salud,» Educación Superior, vol. 5, n° 1, pp. 99-119, 2021.
- [16] F. Bas y M. Guarello, Prácticas docentes en educación continua universitaria, Repositorio digital. Universidad Católica de Chile, 2021.

[17] M. Nivelá y S. Echeverría, «Educación superior con nuevas tecnologías de información y comunicación en tiempos de pandemia,» Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, vol. 4, pp. 813-825. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i19.239>, 2021.

[18] C. Calderón y J. Bournissen, «La realidad virtual y su impacto en el aprendizaje,» Revista Tecnológica, Ciencia y Educación, vol. 4, n° 6, pp. 314-324, 2019.

[19] B. Velázquez y J. Hernández, «Marketing de contenidos,» Revista de la Escuela Superior de Atotonilco de Tula, vol. 11, pp. 51-93., 2019.

[20] L. Jami y C. Beltrán, Implementación del plan de marketing digital y el impacto en las ventas de la empresa Ortopedia, Repositorio digital. Universidad Técnica de Ambato, 2023.

LOS AUTORES



José Arturo Asanza Chóez, ecuatoriano, Licenciado en Contaduría y finanzas por la Universidad Univer Milenium de México y Master en Dirección Comercial y Marketing de la Universidad Camilo José Cela de Madrid España. Estratega de marketing orientado a los resultados a través de campañas digitales innovadoras. Docente Universidad Estatal del Sur de Manabí.



Rodrigo Regerio Asanza Choéz, ecuatoriano Ingeniero Comercial, Máster Universitario en Dirección de Empresas, de origen ecuatoriano, profesional con amplia experiencia en el sector público y privado. Investigador independiente.



Yhonny Alberto Pincay Mendoza, ecuatoriano, Economista en Gestión Empresarial por la Universidad Estatal del Sur de Manabí y Master en Gestión Empresarial de la Universidad Técnica Particular de Loja-Ecuador. Docente en la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Obtención y caracterización de biodiesel por transesterificación a partir de aceite de girasol

Agila Tufiño Jenniffer Alexandra
<https://orcid.org/0009-0003-0352-9321>
jagila9092@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Moya Reina Ivette Andrea
<https://orcid.org/0009-0002-0318-6675>
imoya7888@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Segundo García Alcides Muentes
<https://orcid.org/0000-0002-8152-3406>
segundo.garcia@tm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Cevallos Cedeño Ramón Eudoro
<https://orcid.org/0000-0002-8583-4674>
ramon.cevallos@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Recibido (15/02/2024), Aceptado (13/04/2024)

Resumen: El presente trabajo, plantea el proceso para la obtención de biodiesel a partir de la transesterificación del aceite de girasol comercial. Se realizó una caracterización al aceite considerando el índice de acidez, el índice de peróxido, la humedad y la densidad, utilizando el método de ensayo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana. Para la obtención del biodiesel se realizó la transesterificación del aceite, proceso en el cual reaccionó un triglicérido con un alcohol para la formación de ésteres y glicerol. El biodiesel obtenido se caracterizó según las normas ASTM y EN. Se analizaron los parámetros como la densidad, la viscosidad cinemática, la humedad y el índice de acidez a 30 min, 45 min y 60 min. Se concluye que el aceite de girasol es una buena alternativa para la obtención de biodiesel, encontrándose dentro de las normas internacionales establecidas.

Palabras clave: biodiesel, aceite de girasol, transesterificación, medio ambiente.

Obtaining and characterization of biodiesel by transesterification from sunflower oil

Abstract.- The present work proposes the process for obtaining biodiesel from the transesterification of commercial sunflower oil. Characterization of the oil was carried out considering the acidity index, the peroxide index, the humidity, and the density, using the test method established by the Ecuadorian Technical Standard. To obtain biodiesel, the oil was transesterified, a process in which a triglyceride reacted with an alcohol to form esters and glycerol. The biodiesel obtained was characterized according to ASTM and EN standards. Parameters such as density, kinematic viscosity, humidity, and acid number were analyzed at 30 min, 45 min, and 60 min. It is concluded that sunflower oil is a good alternative for obtaining biodiesel, being within the established international standards.

Keywords: biodiesel, sunflower oil, transesterification, environment.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mundo presenta una gran problemática a causa de la contaminación al medio ambiente; gran parte de estos contaminantes provienen de las emisiones de CO₂ y otros gases que son perjudiciales. Todo esto ha ocasionado que se desarrollen lluvias ácidas, smog fotoquímico y aumento del efecto invernadero, lo cual ya es una situación que genera preocupación para las actuales y futuras generaciones. La invención del motor alimentado con aceite vegetal por Sir Rudolf Diesel se remonta al siglo XX. Sin embargo, la exploración completa del biodiesel sólo salió a la luz en la década de 1980 como resultado de un alto interés en las fuentes de energía renovables para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y aliviar el agotamiento de las reservas de combustibles fósiles [1]. El consumo mundial total de energía comercializada se expande un 48% entre 2012 y 2040. La mayor proporción de ese crecimiento en el uso mundial de energía se destina a países fuera de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [2].

Las constantes crisis energéticas, medioambientales y el cambio climático han hecho que científicos busquen alternativas que reduzcan el uso constante del combustible convencional. De manera simplificada el biodiesel, se refiere a ésteres monoalquílicos que se derivan de aceites vegetales o grasas animales y alcoholes de pesos moleculares bajos en presencia de catalizadores, es decir un proceso de transesterificación [3]. Lo atractivo de los biocombustibles es que pueden llegar a sustituir algunos combustibles de origen fósil como el gas butano y el diésel procedente del petróleo. El biogás, el bioetanol y el biodiesel son carburantes que se aprovechan en diversos países como fuentes de energía. Siendo el biodiesel el más opcional ya que ha pasado en su totalidad las pruebas referentes de calidad del aire [4].

El biodiesel se puede utilizar en motores diésel existentes con pocas o ninguna modificación debido a sus similares propiedades físicas. Además de la renovabilidad también han destacado el aumento del interés por esta nueva alternativa debido a que a diferencia del petrodiesel, este es biodegradable y no tóxico y puede disminuir sustancialmente la cantidad de emisiones de escape, particularmente hidrocarburos no quemados, partículas materiales y monóxido de carbono [5]. La presente investigación tiene como objetivo, evaluar la producción de biodiesel a partir del aceite de girasol considerando lo factible y viable que pueda ser su obtención y aplicación, además de aportar conocimientos necesarios para avanzar en el largo proceso de búsqueda de recursos renovables que sean amigables con el medio ambiente obteniendo productos de calidad sin tener que contaminar la atmósfera y agotar sus recursos no renovables.

II. DESARROLLO

El biodiésel es un biocombustible producido a partir de fuentes renovables, generalmente aceites vegetales o grasas animales. Es considerado una alternativa más sostenible en comparación con los combustibles fósiles tradicionales debido a su origen renovable y su menor impacto ambiental. Entre las principales materias primas de este biocombustible se encuentran los aceites vegetales como el aceite de soja, aceite de colza, aceite de palma y otros. Además, están las grasas animales, como sebo o aceites residuales de procesos industriales alimentarios.

El proceso de producción es la transesterificación, que implica la reacción química de los triglicéridos presentes en los aceites o grasas con un alcohol (generalmente metanol o etanol) para formar ésteres metílicos o etílicos (biodiésel) y glicerol. El biodiésel tiene propiedades similares al diésel convencional y se puede utilizar directamente o mezclado con combustibles fósiles en motores diésel sin la necesidad de modificaciones significativas. Además, es biodegradable y generalmente menos tóxico que los combustibles fósiles, lo que contribuye a una menor contaminación ambiental. Su producción a partir de fuentes renovables lo convierte en una opción más sostenible y reduce la dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, la elección de las materias primas y los métodos de producción puede influir en la sostenibilidad global del biodiésel.

En muchos países, existen normativas y estándares para garantizar la calidad y la seguridad del biodiésel, así como para establecer porcentajes de mezcla con combustibles fósiles en el diésel convencional (B5, B20, etc.). La competencia con la producción de alimentos y las preocupaciones ambientales relacionadas con la producción de ciertos cultivos para biodiésel son desafíos asociados con esta fuente de energía renovable. Sin embargo, es importante resaltar que el biodiésel se ha convertido en una opción importante en la búsqueda de alternativas más sostenibles en el sector de los combustibles, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la promoción de prácticas más respetuosas con el medio ambiente en el ámbito del transporte.

III. METODOLOGÍA

El presente trabajo se basó en un método respaldado en referencias bibliográficas y experimentación, el cual describe todo el proceso de obtención del biocombustible a partir de la transesterificación del aceite de girasol. Dicha técnica consiste en la transformación química del lípido en donde el aceite o grasa al mezclarse con un alcohol (metanol) por medio de un catalizador (hidróxido de sodio) reaccionan dando paso a la formación de un éster; es decir, el biodiésel y un grupo glicerol (glicerina). En la figura 1 se muestra la reacción química del proceso de transesterificación.

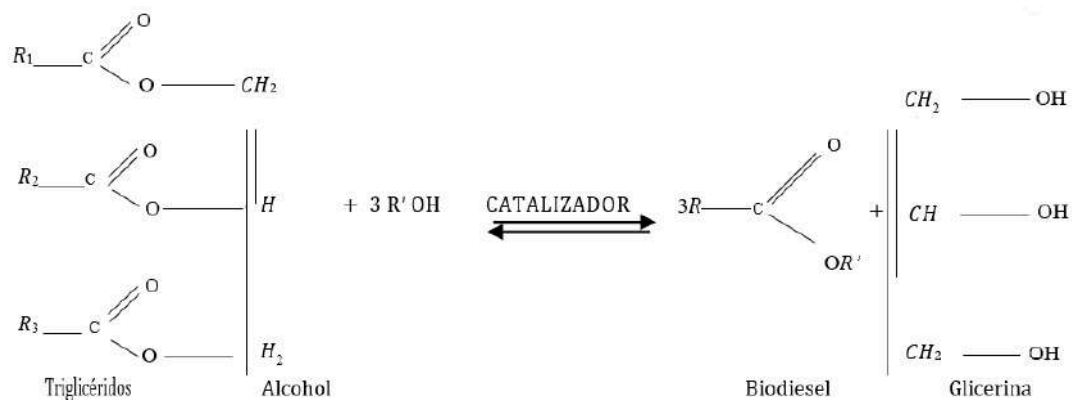


Fig. 1. Reacción de transesterificación donde R es el radical del ácido graso que forma el triglicérido y R' es el radical alquilo correspondiente al alcohol.

Fuente: [6].

A. Caracterización del aceite de girasol y obtención del biodiésel

El aceite girasol fue obtenido del emprendimiento SAFEOIL en la ciudad de Rocafuerte, en Ecuador, para el proceso de investigación se adquirió 1L de aceite de girasol aplicando a este un pre-tratamiento y una caracterización previa a su transesterificación; los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo según lo establece la norma NTE INEN 2421:2012.

a. Pretratamiento

La muestra de aceite se calentó a 35 °C, luego se filtró empleando un cedazo casero. Seguidamente, se realizó un segundo filtrado, para esto se empleó un papel de filtro comercial para café (tiempo de filtrado 10 min). Posteriormente, se calentó a 100 °C con agitación constante durante 10 minutos utilizando una placa calefactora (THERMOSCIENTIFIC), con el objetivo de eliminar posibles trazas de agua presente.

b. Análisis Químicos

Se realizó un análisis químico a la muestra de aceite de girasol para comprobar que los índices y porcentaje de la muestra estuvieran dentro de las normas establecidas; por esta razón, el ensayo se llevó a cabo en 3 réplicas con la finalidad de obtener el menor margen de error.

c. Índice de acidez

Se determina como los miligramos de hidróxido de potasio (KOH) imprescindibles para contrarrestar todos los ácidos grasos libre existentes en un gramo de aceite; además de ser un medidor del grado de hidrólisis de una grasa. El aceite de girasol es de color amarillo pálido y tiene una acidez de aproximadamente 0,9 - 1,1%. Se producen diferentes tipos de este aceite, entre los que se incluyen alto en ácido linoleico, alto en ácido oleico y medio en ácido oleico.

Pesar el aceite en un vaso de precipitado en una balanza (SARTORIUS CP224S), utilizar un tubo de ensayo para medir el etanol, homogenizar ambas muestras, posteriormente agregar el indicador de fenolftaleína, añadir KOH 0,09212N a la bureta y titular hasta lograr un cambio de color (de transparente a fucsia).

Para determinar el índice de acidez se utilizó la ecuación (1):

$$CT * N * mEq = g \quad (1)$$

Donde: CT es el consumo total, N es la normalidad del KOH y el mEq es igual al mini equivalente del KOH.

d. Índice de yodo

Es una medida de las insaturaciones presentes en los ácidos grasos que conforman un triglicérido, también está relacionado con el punto de fusión o dureza y densidad de la materia grasa. Este se define como los gramos de halógeno calculados en yodo que pueden determinarse bajo ciertas condiciones por cada 100 gramos de grasa [7].

Se prepararon las siguientes soluciones: Tetracloruro de carbono (CCl_4), yoduro de potasio (IK), reactivo de Wijs, además del indicador de almidón. Dos matraces erlenmeyer de 250 ml fueron utilizados para la muestra y el blanco respectivamente, al primero se añadió cloroformo además del reactivo de Wijs, que al añadirlo se mezcló de manera homogénea mientras se cubría con aluminio para evitar el contacto con la luz; el segundo matraz, contenía todas las soluciones nombradas menos la muestra; ambos se dejaron en reposo durante 1 hora, transcurrido el tiempo se añadió (IK) y agua destilada; se tituló con tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 0,0937 N hasta que la muestra cambió a un color amarillo pálido. Se añadió el indicador de almidón y se vuelve a titular hasta que la muestra cambió a color transparente (Ecuación (2)).

$$\text{índice de yodo} = \frac{(B-M) \cdot NT \cdot 12,69}{PM} \quad (2)$$

Donde: B es el consumo del blanco, M el consumo de la muestra, NT es normalidad total y PM es el peso de la muestra.

e. Índice de peróxido

Es importante considerar que mientras menor sea el índice de peróxido, mayor es la calidad del aceite o muestra analizada, ya que el proceso de oxidación es negativo; por ello los aceites se vuelven rancios. El índice de peróxido también se puede definir como el número de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra, el cual según la norma NTE INEN 2421:2012 no puede sobrepasar los 10 miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra [8].

Para este parámetro químico se utilizó las siguientes soluciones: ácido acético-cloroformo, yoduro de potasio (IK), tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e indicador de almidón. En el proceso se utilizó dos matraces Erlenmeyer, uno con la mezcla de la muestra y IK, el otro será el blanco sin la muestra, agregarla solución de ácido acético y cloroformo en una proporción de volumen de 3:2 como blanco y agitar continuamente hasta que se disuelva. Se tituló con la solución de tiosulfato de sodio usando como indicador la solución de almidón; de esta manera, se procedió hasta que la mezcla y/o solución cambiara de color amarillo a transparente. Se realizó el cálculo con la ecuación (3):

$$\text{índice de peróxido} = \frac{(B-M) \cdot NT \cdot 1000}{PM} \quad (3)$$

Donde: B es el consumo del blanco, M es el consumo de muestra, NT es la normalidad total y PM es el peso de muestra.

f. Densidad

Para el cálculo de la densidad relativa se utilizó un picnómetro el cual fue introducido en la estufa con el fin de eliminar la humedad, este proceso se llevó a cabo durante 1 minuto aproximadamente a 60 °C, se dejó enfriar y se pesó (w_0), después con un gotero se añadió la muestra hasta la línea de aforo y se registró nuevamente el peso (w_f).

$$\rho = \frac{w_f - w_0}{VM} \quad (4)$$

g. Viscosidad cinemática

La viscosidad, es una propiedad fundamental en la caracterización de biodiesel; para su determinación se aplicó el método de Ostwald bajo la norma ASTM D445, método estándar para determinar la viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos. Para su determinación, se calentó agua destilada a una temperatura promedio de 40 °C; se empleó el viscosímetro de Ostwald y se llenó la ampolla en el extremo B con un gotero; al final se bombeó el agua destilada hasta llenar la ampolla del extremo A, se llevó el control del tiempo empleado en descender de la muestra.

$$\frac{n_{H_2O}}{n_{fluido}} = \frac{\rho_{H_2O} t_{H_2O}}{\rho_{fluido} t_{fluido}} \quad (5)$$

Donde: t es viscosidad cinemática y ρ es la densidad

h. Porcentaje de humedad

Para el análisis del porcentaje de humedad se utilizó una cápsula de porcelana, la cual se pesó con la muestra; luego se llevó a la estufa (MODELO004-01-018-00002) durante una hora a 60 °C, para determinar el porcentaje de agua que se eliminó durante este tiempo y se pesó por segunda ocasión. Para esto se empleó la ecuación (6) [9].

$$\% \text{ humedad} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \cdot 100 \quad (6)$$

Donde: A_1 es la muestra inicial (masa) y A_2 es muestra final(masa)

Porcentaje de acidez

También llamado grado de acidez, se denomina como el porcentaje de ácidos libres que existen en el aceite, los cuales en aceites vegetales se expresan como ácidos oleicos ($C_{18}H_{34}O_2$). Con el valor obtenido en el consumototal de la titulación, se aplica la fórmula de % de acidez con la ecuación(7)

$$\% \text{ de acidez} = \frac{CT \cdot N \cdot mEq}{PM} \cdot 100$$

Donde: CT es el consumo total, N es la normalidad del KOH, mEq es el mini equivalente del ácido graso de referencia (oleico) y PM es el peso de la muestra.

i. Transesterificación

Debido a la estequiometría de la reacción alcohol: aceite, se utilizó una reacción molar 6:1, teniendo como catalizador el NaOH al 1N, una temperatura a 60 °C y la agitación a 600 rpm, con intervalos de tiempo (min): 30, 45, 60.

Para la separación del metil éster obtenido y la glicerina, se utilizó el método de decantación. El lavado del biodiesel se efectuó con agua destilada a 40 °C, utilizando un embudo de decantación. El filtrado fue realizado en un periodo posterior a 2h. Para obtención del producto final de interés la muestra se llevó a secado a 100 °C durante 1h para descartar posibles restos de materia acuosa [10]. La calidad del biodiesel se analizó de acuerdo a la norma internacional ASTM 6751 y la norma europea EN 14214.

RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización de la muestrainicial del aceite de girasol en comparación con la norma NTE INEN 0026:2012 para aceite girasol.

Tabla 1. Organización y procesos en la implementación de prácticas experimentales.

Parámetros	Resultados	Unidades	NORMA NTE INEN 0026:2012	
			Min.	Máx.
Índice de acidez	0,28	mg KOH/g de aceite	-	0,2
Índice de yodo	118,9	g I ₂ /g de aceite	123	137
Índice de peróxido	5,0	meq O ₂ /kg	-	10
Densidad	912	kg/m ³	910	921
Humedad	0,02	%	-	-
Viscosidad cinemática	33,37	mm ² /s	-	-

El índice de acidez reportado fue de 0,28 g KOH/ g de aceite, considerándose un valor adecuado para su post transesterificación y estando dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 0026:2012 para aceite de girasol crudo [11]. Respecto al índice de yodo, este arrojó un resultado de 118,9 g I₂/g de aceite, encontrándose dentro de la Norma que establece un rango entre 123-137 g I₂/g de aceite, un parámetro de vital importancia al medir la capacidad oxidativa del aceite al pasar el tiempo. Varios autores observaron en sus investigaciones sobre biodiesel a partir de *Jatropha curcas*, menos insaturaciones que el aceite de girasol; sin embargo, también refirieron que el índice de yodo al ser una medida del grado de insaturación de los componentes de una grasa presenta variaciones que pueden ser por el método de extracción del aceite y por las condiciones de almacenamiento del mismo [12]. A su vez el índice de peróxido obtenido fue de 5,0 meq O₂/kg, siendo un valor ideal ante la norma que establece un valor máximo de 10 meq O₂/kg.

La densidad obtenida fue de 912 kg/m³, la norma establece un máximo de 921 unidades, por lo cual, se encuentra dentro de lo exigido y está correlacionado con la viscosidad obtenida de 33,37 mm²/s. En el marco de la interacción entre el metanol y el aceite, se utilizó una proporción de 6 partes de metanol por cada parte de aceite. Al presentarse un exceso de concentración de metanol, este aceleró la transformación de los triglicéridos en ésteres metílicos, generando como resultado que las propiedades de la mezcla en reacción tenderán a semejarse a las características propias del metanol. En otras palabras, se observó una reducción en la viscosidad y densidad de la mezcla [13].

La humedad obtenida fue de 0,02%, que se consideró apropiado para el proceso, siendo un valor casi nulo. Otros autores argumentaron que una alta presencia de humedad en el aceite puede provocarla disminución del rendimiento (Tabla 2), debido a que el agua reacciona con el catalizador formando jabón, afectando al producto que se desea obtener [14].

Tabla 2. Resultados del biodiesel obtenido, comparado con las normas ASTM 6751 y EN 14214.

Propiedad	Unidades	Norma ASTM	Norma EN	Muestras			Validación
				1 ^{era}	2 ^{da}	3 ^{era}	
		6751	14214				Dentro de la norma
Tiempo de reacción	min	-	-	30	45	60	
Densidad a 25 °C	kg/m ³	870 - 890	-	887	880	873	
Viscosidad cinemática	mm ² /s	1,9 - 6,0	3,50 – 5,00	4,81	3,63	3,02	
Humedad	%	Máx. 0,05	Máx. 0,05	0,021	0,020	0,017	
Índice de peróxido	meqO ₂ /kg	-	-	4,2	4,5	5,2	
Índice de acidez	mgKOH/g	Máx. 0,80	Máx. 0,50	0,026	0,020	0,015	
Índice de yodo	g I ₂ / 100g	-	120	118,52	116,94	115,36	

Las densidades reportadas para cada una de las muestras fueron: 887 kg/m³(30 min), 880 kg/m³(45 min), 873 kg/m³(60 min). Las tres muestras se encontraron dentro de las normas ASTM 6751 y EN 14214; sin embargo, la muestra con una mejor densidad fue la tercera con la densidad más baja reportada de 873 kg/m³. Siguiendo con lo establecido por la norma, si la densidad llega a ser muy alta generará dificultades al sistema de inyección en los motores y además de eso temperaturas bajas originan inconvenientes de congelación siempre y cuando la densidad sea mayor [15].

Las viscosidades cinemáticas para cada muestra fueron de 4,81 mm²/s (30 min), 3,63 mm²/s (45 min), 3,02 mm²/s (60 min), estando dentro de las normas que establecen un rango de 1,9-6,0 ASTM 6751 y 3,50-5,00 EN 14214. La viscosidad está relacionada directamente con los triglicéridos sin reaccionar, algunos autores coinciden en que una de las variables que afecta directamente a la viscosidad son las pequeñas partículas en suspensión que el aceite atrapa durante su vida útil y que la solución para este inconveniente estaría en llevar a cabo un filtrado adecuado [3]. En otras investigaciones se ha observado que al utilizar como materia prima el aceite de girasol y etanol 97 para la obtención de biodiesel, este último presenta una alta eficiencia en su aplicación de motores a escala experimental.

En este trabajo, además, se observó que con respecto al índice de peróxido se obtuvo un valor de 4,2 meq O₂/kg (30 min), 4,5 meq O₂/kg (45 min), 5,2 meq O₂/kg (60 min); los resultados indican que las muestras de biodiesel obtenido realizaron una combustión completa, esto a su vez va a disminuir las emisiones de CO además de hidrocarburos no quemados. Respecto al índice de acidez, se obtuvieron valores de 0,026 mgKOH/g (30 min), 0,020 mgKOH/g (45 min) y 0,015 mgKOH/g(60 min). El índice de acidez en el biodiesel está basado en la cantidad de ácidos grasos libres que se encuentran en el mismo, de manera en que los valores hallados indican que el biodiesel obtenido fue tratado correctamente, sobre todo en la etapa de lavado, la cual está dedicada exclusivamente a eliminar los ácidos grasos que pudiesen estar presentes en el producto final. En este sentido, otras investigaciones plantearon que la determinación del índice de acidez es importante para el proceso de transesterificación, ya que el contenido elevado de ácidos grasos libres deriva en un menor rendimiento en la producción de biodiesel, además de ocasionar la formación de jabones [16]. El contenido de agua es otro factor importante para la calidad del biodiesel, se obtuvieron valores de 0,025% (30 min), 0,020% (45 min) y 0,017% (60 min) respectivamente, los mismos que se hallaron dentro de lo establecido por las normas ASTM 6751 y EN 14214. Es de suma importancia el control de este parámetro, ya que puede favorecer el crecimiento de células microbianas, causar corrosión, formar emulsiones y estimular la hidrólisis de ésteres [17]. Respecto a la velocidad de reacción, esta varía significativamente con la temperatura y también con el contenido de catalizador; es decir que, el rendimiento del biodiesel está dado no solo por el origen de la materia prima, sino también por las variables de operación que intervienen en el proceso [18].

Por su parte, algunos autores, describen que una de las razones por las cuales se utiliza metanol en lugar de alcohol en este tipo de procesos es debido a la viscosidad; ya que, la viscosidad de los ésteres etílicos suele ser mayor que de los ésteres metílicos. En esta investigación se mantuvo una temperatura de 60 °C debido a que el metanol tiene su punto de ebullición en 64,7 °C [19]. Esta decisión se tomó con el objetivo de asegurar condiciones óptimas para la reacción, aprovechando la temperatura cercana al punto de ebullición del metanol, facilitando así su participación efectiva en el proceso de conversión de triglicéridos a ésteres metílicos.

CONCLUSIONES

El biodiesel obtenido por medio de transesterificación alcalina KOH, con aceite de girasol se encontró dentro de las normas internacionales ASTM 6751 y EN 14214, observando que las variables de operación de 60min y 60°C son las adecuadas, tanto teórica como experimentalmente. Además del KOH, se han reportado otros catalizadores que también presentan altos porcentajes de conversión como el Ca(OH)₂ y el NaOH. El subproducto obtenido (glicerol) posterior al proceso de transesterificación será utilizado para futuras investigaciones del área cosmética.

Cabe mencionar que, además del KOH, se han informado sobre otros catalizadores, como el Ca(OH)₂ y el NaOH, que también exhiben altos porcentajes de conversión en el proceso de transesterificación. Este hallazgo sugiere la posibilidad de explorar alternativas catalíticas, brindando una perspectiva enriquecedora para futuras investigaciones en el campo de la producción de biodiesel.

Adicionalmente, el subproducto resultante de la transesterificación, el glicerol, se destinará a investigaciones futuras en el ámbito cosmético. Esta aplicación adicional del glicerol como recurso en la industria cosmética no solo agrega valor a los residuos del proceso, sino que también abre nuevas oportunidades para explorar el uso sostenible de los subproductos generados en la producción de biodiesel.

Además de los índices de peróxido y acidez, otros parámetros de calidad del biodiesel también revelan la excelencia del proceso de transesterificación empleado. La estabilidad oxidativa, evaluada mediante la prueba de envejecimiento acelerado, muestra una resistencia a la oxidación del biodiesel, lo que sugiere una mayor durabilidad y vida útil en condiciones reales de almacenamiento y uso. Estos resultados respaldan la aplicación práctica del biodiesel obtenido, asegurando un rendimiento constante y reduciendo los riesgos asociados con la formación de productos de degradación durante su almacenamiento.

Adicionalmente, la caracterización de las propiedades físicas del biodiesel, como la viscosidad y la densidad, refuerza la idoneidad del producto para su integración en sistemas de combustión convencionales. La viscosidad dentro de los límites establecidos por las normativas confirma que el biodiesel mantendrá un flujo adecuado en los sistemas de inyección de motores diesel, mientras que la densidad en rangos aceptables asegura una adecuada compatibilidad con el combustible convencional. Estos atributos contribuyen no solo a la conformidad con estándares internacionales, sino también a la viabilidad práctica del biodiesel obtenido en el contexto de aplicaciones automotrices y de generación de energía.

Los resultados obtenidos en los índices de peróxido y acidez respaldan la eficacia del proceso y la calidad del biodiesel, subrayando su idoneidad para la combustión y su conformidad con los estándares de producción sostenible. Es recomendable realizar estudios futuros para la obtención de biodiesel con aceite de girasol usado y biodiesel aplicado a motores, de manera que sea probado como una alternativa viable y sustentable para reutilizar desechos que en ocasiones no tienen un buen manejo respecto a su eliminación, reduciendo con ello las emisiones de monóxido de carbono que afectan la capa de ozono.

REFERENCIAS

- [1] S. Grebemariam y J. M. Marchetti, «Biodiesel production technologies,» 2017.
- [2] S. Gebremariam y J. M. Marchetti, «Economics of biodiesel production. Energy Conversion and Management,» n° 168, pp. 74-84, 2018.
- [3] M. M. Villadiego, Y. O. Roa y L. T. Benitez, «Esterificación y transesterificación de aceites residuales para obtener biodiesel,» Luna Azul, n° 40, p. 2534, 2015.
- [4] C. Cabello, S. Rincón y A. Zepeda, «Catalizadores heterogéneos utilizados para la obtención de biodiesel,» Afinidad, vol. 577, n° 74, 2017.
- [5] M. Aghbashlo y A. Demirbas, «Biodiesel: hopes and dreads. Biofuel,» Research Journal, vol. 2, n° 3, pp. 379-379, 2016.
- [6] S. G. Pérez-Bravo, L. Aguilera-Vázquez, M. D. R. Castañeda-Chávez y N. V. Gallardo-Rivas, «Condiciones del proceso de transesterificación en la producción de biodiesel y sus distintos mecanismos de reacción,» Revista especializada en ciencias químico-biológicas, p. 25, 2022.
- [7] J. S. Guillén-Sánchez, «Obtención y Caracterización Físicoquímica del aceite de palta Hass (Persea americana) extraído por método en frío (Prensado) y caliente (Soxhlet),» 2016.
- [8] INEN, «NORMA 0277. Grasas y aceites. Determinación de peróxidos,» 2018.
- [9] V. S. G. Villa, C. D. F. Mera, R. C. Cedeño y G. O. G. Vincés, «Transesterificación de aceite de higuera (Ricinus Communis) de la provincia de Manabí-Ecuador,» MQInvestigar, vol. 1, n° 7, pp. 2561-2581, 2023.
- [10] A. García-Bowen, J. Alarcón-Cedeño, S. García-Muentes, R. Cevallos-Cedeño, G. García-Vincés y F. Sánchez-Plaza, «Producción de biodiesel a partir de grasa animal generada en el proceso de cocción de pollo asado,» Revista científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación, vol. 10, n° 5, pp. 64-80, 2022.
- [11] S. García-Muentes, F. Lafargue-Pérez, B. Labrada-Vázquez, M. Díaz-Velázquez y A. E. Sánchez Del Campo-Lafita, «Propiedades fisicoquímicas del aceite y biodiesel producidos de la Jatropha Curcas L. en la provincia de Manabí,» Revista Cubana de Química, vol. 1, n° 30, pp. 142-158, 2018.
- [12] T. Guerrero y L. Moncada, «Obtención de biodiesel a partir de aceite de semillas de Jatropha Curcas, por vía enzimática,» Revia, vol. 1 y 2, n° 4, 2018.
- [13] R. Gil Martín, Producción de biodiésel a partir de aceite de girasol en una planta piloto de reacción por cavitación, Valladolid: Universidad de Valladolid, 2017.
- [14] M. J. Jadán, M. C. Morejón, S. García, G. Burgos y G. García, «Obtención de biodiesel a partir de transesterificación de aceite vegetal residual,» Infoanalítica, vol. 1, n° 11, pp. 31-51, 2023.
- [15] F. H. Lescano-Pizarro, «Transesterificación de los ácidos grasos de la grasa de matadero municipal de Tingo María para la obtención de biodiesel,» 2019.
- [16] H. Arteaga, R. Siche, S. Pagador y Cáceres, «Efecto de la temperatura y tiempo de transesterificación en el rendimiento y poder calórico de biodiesel a partir de grasa refinada de pollo,» Scientia Agropecuaria, vol. 1, n° 1, pp. 37-45, 2010.
- [17] L. López-Zambrano, G. Zambrano-Moreira, S. García-Muentes, G. Burgos-Briones y G. García-Vincés, «Epoxidación de biodiesel obtenido a partir del aceite de la semilla Jatropha Curcas L. de la provincia de Manabí-Ecuador,» Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación, vol. 10, n° 5, pp. 47-63, 2022.
- [18] J. M. B. Sánchez, «Efecto del hexano y la concentración de metanol sobre la transesterificación de aceite crudo de palma utilizando Na₂CO₃ como catalizador,» CITECSA, vol. 13, n° 8, pp. 15-23, 2017.
- [19] H. H. Riojas-González, L. J. Bortoni-Anzures, J. J. Martínez-Torres y H. A. Ruíz, «Avances y estrategias para mejorar el desempeño del biodiésel en motor diésel,» Ingenius: Revista de Ciencia y Tecnología, vol. 30, pp. 90-105, 2023.

Uso de GeoGebra como recurso didáctico para la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales

Lascano Edison

<https://orcid.org/0000-0001-8267-6765>

elascano3441@utm.edu.ec

Universidad Técnica de Manabí

Portoviejo-Ecuador

Alay Alba

<https://orcid.org/0000-0002-5436-9706>

alba.alay@utm.edu.ec

Universidad Técnica de Manabí

Portoviejo-Ecuador

Rivadeneira Fredy

<https://orcid.org/0000-0002-3106-2170>

freddy.rivadeneira@utm.edu.ec

Universidad Técnica de Manabí

Portoviejo-Ecuador

Recibido (18/02/2024), Aceptado (17/04/2024)

Resumen: El objetivo de este trabajo fue probar estadísticamente si el software gratuito GeoGebra es útil como herramienta didáctica para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales (EDO). Con este propósito, se trabajó con un grupo de estudiantes de una carrera de ingeniería a quienes, en primera instancia, se les impartió clases de forma tradicional, mientras que, en la segunda fase se utilizó GeoGebra como herramienta de apoyo didáctico para mejorar la comprensión y facilitar la solución de estas ecuaciones. Las calificaciones que obtuvieron los estudiantes en cada etapa del proceso fueron utilizadas para realizar la prueba no paramétrica de Wilcoxon para dos muestras relacionadas aplicando el software libre R, con lo cual se demostró que la estrategia didáctica implementada permitió que los estudiantes logren una mejor comprensión de la teoría básica de las EDO lineales.

Palabras clave: ecuaciones diferenciales ordinarias, solución de una EDO, GeoGebra.

Use of GeoGebra as a didactic resource for the solution of linear ordinary differential equations.

Abstract.- The objective of this work was to statistically test whether the free software GeoGebra is useful as a didactic tool to facilitate the teaching-learning process of linear ordinary differential equations (ODE). For this purpose, we worked with a group of engineering students who, in the first instance, were taught traditionally, while in the second phase, GeoGebra was used as a didactic support tool to improve understanding and facilitate the solution of these equations. The grades obtained by the students in each stage of the process were used to perform the Wilcoxon nonparametric test for two related samples applying the free software R, which showed that the didactic strategy implemented allowed the students to achieve a better understanding of the basic theory of linear ODEs.

Keywords: ordinary differential equations, solution of an ODE, GeoGebra.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de las ecuaciones diferenciales se origina desde los albores del cálculo con los estudios y descubrimientos de Newton y Leibniz en el siglo XVII. Desde entonces, matemáticos como Jakob y Johann Bernoulli, Cauchy, Riccati, Poncairé y muchos otros han hecho aportes formidables a la teoría de las ecuaciones diferenciales para ampliarla y enriquecerla [1]. Del mismo modo, el campo de aplicación de las ecuaciones diferenciales se ha extendido a áreas como biología, demografía, economía, educación; además de las tradicionales como física, química, astronomía y tantos otros. A partir del 2020, varios matemáticos como: Guinovart, Morales y Cortés en Cuba, Cavalleri, en Uruguay; Pernalette en Perú, Ferreira en Chile y Ramírez-Valverde en México, emprendieron la tarea de desarrollar modelos matemáticos para estudiar y predecir el comportamiento de la pandemia del coronavirus en sus respectivos países. La información que ellos obtuvieron fue empleada por los gobiernos de sus respectivos países para implementar políticas de estado que les permitieron controlar la expansión de la epidemia [2] [3], [4], [5], [6].

En la etapa universitaria, un aspecto que merece especial interés son las dificultades con las que se enfrentan los estudiantes que toman un curso de ecuaciones diferenciales ordinarias; una de ellas es la interpretación de las soluciones; es decir, los estudiantes pueden tener dificultades para comprender el significado de las soluciones de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Además de lo anterior, los estudiantes suelen tener problemas para identificar el orden y el grado de una ecuación diferencial, así como para plantear adecuadamente las ecuaciones diferenciales, lo cual implica identificar correctamente las variables de interés, identificar las condiciones iniciales o las condiciones de frontera y formular de forma precisa la ecuación diferencial. Otro aspecto que representa un problema para algunos estudiantes es escribir la ecuación diferencial ordinaria en la forma de la ecuación (2), lo cual les impide o dificulta reconocerla como lineal [7].

Otra dificultad para el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales es inherente a estas y consiste en que la mayoría de ellas no tiene solución analítica, por lo cual para resolverlas se debe recurrir a los métodos numéricos y al uso de computadoras y software especializado como Matlab u Octave o a la necesidad de aprender a programar en lenguajes como Python o similares. Cabe destacar que el uso de software privativo especializado puede ser fuente de otras dificultades, tales como las económicas debido a que las licencias de la mayoría de estos programas tienen costos que no siempre están al alcance de los estudiantes; por otra parte, estos programas suelen necesitar el uso de equipos más sofisticados, lo cual nuevamente puede repercutir negativamente en la economía, tanto de los docentes como de los estudiantes.

A escala mundial, un aspecto coyuntural de alta incidencia en los procesos educativos es la nueva realidad impuesta por la pandemia de COVID-19, la cual promovió la masificación forzada del uso de los recursos de la internet, tal como lo reporta la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación, entidad que publicó que el número estimado de usuarios de internet aumentó de 4100 millones en 2019 a 4900 millones en 2021 [9]. En esa misma línea de criterio, se calcula que la emergencia sanitaria impulsó un avance de diez años en términos de habituarnos al uso de las tecnologías; lo mismo ocurrió con las universidades, profesores y alumnos; todos tuvieron que adaptarse a las clases en línea y al uso imprescindible de los recursos de la web [10].

Enfocándonos en el ámbito nacional, a pesar de que no se encontraron estudios relativos en el Ecuador, las dificultades de aprendizaje de las EDO son un hecho conocido en la institución educativa donde se realizó este trabajo, precisamente, hallar una forma de superar esas dificultades fue una de las motivaciones para realizar este estudio.

Para empezar, es necesario considerar la importancia que otorga el Estado Ecuatoriano al aprendizaje de las matemáticas, lo cual queda evidenciado en la sección Fundamentos epistemológicos y pedagógicos, del texto publicado por el Ministerio de Educación del Ecuador en el que se menciona a la Representación como el segundo de tres fundamentos; en esa sección se resaltan la importancia del lenguaje para comunicar interpretaciones y soluciones de los problemas, para reconocer conexiones entre conceptos relacionados, de la modelización para aplicar la Matemática a problemas de la vida real, del uso de los nuevos recursos de las tecnologías de la información y la comunicación en el quehacer matemático [8]; de este escrito también deduce la importancia y la pertinencia que otorga el Estado Ecuatoriano a la aplicación de los recursos tecnológicos y a la modelización para resolver problemas matemáticos, lo cual debe servir al menos de base procedimental para aplicarse en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria, en las diversas áreas de pregrado, por lo menos.

Por lo expuesto y considerando la limitada economía de la mayoría de estudiantes de las universidades públicas del Ecuador y las dificultades académicas en el aprendizaje de las EDO, se propuso el uso del software gratuito GeoGebra como herramienta didáctica que facilite la visualización, la manipulación y los registros representativos de la solución de las ecuaciones diferenciales lineales o de primer orden, para aprovechar las ventajas que este software ofrece, por ejemplo ser multiplataforma, su requerimiento de recursos modestos de hardware por lo cual puede ser instalado en celulares, computadoras y tabletas de gama media, además de ser multilingüe, entre otras ventajas [11].

A partir de estos antecedentes, el objetivo de este trabajo fue probar estadísticamente si GeoGebra es útil como herramienta didáctica para facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de modo que los estudiantes superen las dificultades reportadas en los trabajos de investigación consultados.

La estructura de este trabajo es la siguiente: en la primera parte consta una breve reseña histórica del proceso de desarrollo de las EDO y sus aplicaciones en la actualidad; en la segunda parte se presenta de forma concisa la teoría básica de las EDO lineales o de primer orden, se presenta el Problema de Cauchy y se reseñan los métodos de solución analíticos y numéricos, así como el uso de GeoGebra como herramienta de apoyo didáctico para resolver las EDO; finalmente, en esta misma sección se presenta una sinopsis de la teoría pedagógica que sustenta el presente trabajo. En la tercera parte, se describen los procesos para la obtención de datos y el análisis estadístico efectuado. En la cuarta parte, consta el análisis estadístico y en la parte final se presentan los resultados obtenidos.

DESARROLLO

Una ecuación diferencial ordinaria de primer orden es una ecuación diferencial en la que la variable dependiente aparece con su primera derivada respecto a una variable independiente; una característica de estas ecuaciones es que no existe un método general para resolverlas en términos de funciones elementales. Además, en estas ecuaciones se debe cumplir que la función $f(t, x)$ dependa linealmente de la variable dependiente x [1] [12]. En la ecuación (1), de modo muy simple se observa que t es la variable independiente, y que x , es la variable dependiente. La forma general de una EDO de primer orden es la siguiente:

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x) \quad (1)$$

La importancia práctica de las EDO radica en sus aplicaciones en todas las ramas de la ingeniería; así mismo, se emplean para modelizar fenómenos físicos, químicos, biológicos e inclusive, fenómenos sociales [13]; la aplicación de las ecuaciones diferenciales para elaborar modelos matemáticos se extiende, por lo tanto, a todas las áreas de investigación científica.

Toda ecuación diferencial lineal ordinaria puede ser escrita de la siguiente forma:

$$y' + p(x)y = q(x) \quad (2)$$

Se debe enfatizar que $p(x)$ y $q(x)$ y deben ser funciones conocidas y continuas en un intervalo $a < b < c$. Por otro lado, para comprobar que una función φ definida en algún intervalo I es solución de una ecuación diferencial en este intervalo, se debe reemplazar φ en la ecuación diferencial y esta debe reducirse a una identidad conocida [1]. Entre los métodos analíticos para resolver una ecuación diferencial lineal o de primer orden se pueden mencionar el factor integrante y la variación de parámetros. Cuando la ecuación diferencial no tiene solución analítica, una opción es utilizar métodos numéricos, como Euler, Heun y Runge - Kutta [13]; otra opción es hacer uso de las TIC o emplear programas especializados como GeoGebra, Matlab u Octave; también es posible emplear recursos en línea como Symbolab, Sr. Examen o lenguajes de programación como Python y C ++, para resolverlas.

Cuando se resuelve la ecuación diferencial (2), se obtiene una función $G(x, y, c) = 0$, conocida como solución general, en la cual la constante real arbitraria c , indica que la función G representa a un conjunto de soluciones, llamado familia de soluciones uniparamétricas de (2), lo cual implica que una ecuación diferencial puede tener infinitas soluciones [12].

Si se da una condición inicial, se puede asignar un único valor al parámetro c y se obtiene una solución particular de la ecuación diferencial. Por ejemplo, la familia de soluciones de la ecuación diferencial

$$y' - \frac{y}{x} = x \operatorname{sen}(x) \quad (3)$$

es $y_G = cx - x \cos(x)$, donde c es un número real cualquiera. En este sentido, para una ecuación diferencial la condición $x|_{t=t_0} = x_0$ se llama condición inicial. Al problema de la búsqueda de la solución de la ecuación $x' = f(t, x)$ que satisface a la condición inicial se le llama Problema de Cauchy [14].

A. Uso de GeoGebra para resolver EDO lineales

GeoGebra, entre su vasta gama de funciones, posee varias que permiten resolver ecuaciones diferenciales lineales ordinarias. Se utiliza la función *ResuelveEDO* para atender los problemas relacionados con este tipo de ecuaciones; a continuación, se detalla el proceso para el uso de esta función:

1. Ejecutar GeoGebra.
2. Abrir la vista gráfica (casi siempre GeoGebra se abre por defecto en esta vista).
3. En la barra de funciones de GeoGebra ingresar: "*ResuelveEDO*".
4. Seleccionar la opción *ResuelveEDO*($f'(x, y)$).
5. Escribir la ecuación diferencial que se desea resolver en la forma $y' = g(x, y)$ e ingresar $g(x, y)$ en la función "*ResuelveEDO*(y)" de Geogebra.
6. Se creará un deslizador, que puede ser editado; y al mismo tiempo, aparecerá la solución general de la ecuación diferencial y el gráfico respectivo.

En la figura 1 se muestra una pequeña parte de la familia de soluciones de la ecuación diferencial (3) para valores entre -3 y 1.

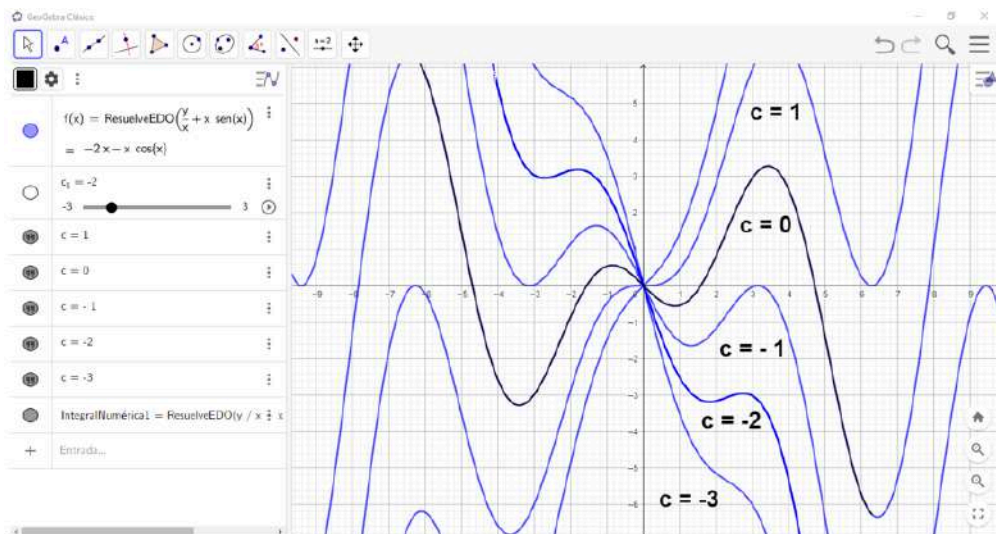


Fig. 1. Gráfico en GeoGebra de la solución general de

La curva de color negro es la gráfica de la solución numérica de la misma ecuación diferencial en el intervalo $[-2\pi, 2\pi]$. La función de GeoGebra que se utiliza para obtener la solución numérica es: *ResuelveEDO*($f(x, y)$, x inicial, y inicial, x final, Paso), donde “ x inicial” e “ y inicial” son una condición inicial, x final es el extremo derecho del intervalo de integración y “Paso” es la amplitud constante del subintervalo de integración que se desea utilizar. Para el ejemplo resuelto, se utilizaron: x inicial = -2π , y inicial = 2π , x final = 2π y Paso = $0,01$.

El uso didáctico de GeoGebra en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales se sustenta en la Teoría de Registros de Representación Semiótica, que fue desarrollada y propuesta por el filósofo y psicólogo francés Raymond Duval en 1995. Partiendo de que, por definición, la Semiótica designa la teoría general de los signos, tanto verbales como no verbales, respecto a su significación, producción, transmisión e interpretación, Duval enfocó su teoría en el estudio de los diferentes sistemas de signos que permiten la comunicación entre individuos, sus modos de producción, de funcionamiento y de recepción [15]. De acuerdo con Duval, los objetos matemáticos no son accesibles a la percepción, por lo tanto, es necesario representarlos; por ello en su teoría Duval establece que es esencial el uso de sistemas de representaciones semióticas para el pensamiento matemático, porque la única forma de tener acceso a los objetos matemáticos es a través de la producción de representaciones semióticas y que cada registro de representación es cognitivamente parcial con respecto a lo que él representa [15].

La Teoría de Registros de Representación Semiótica ha sido aplicada con éxito en el ámbito educativo, pues se ha comprobado que su uso influye significativamente en las competencias matemáticas de los estudiantes [16]. Es muy importante relatar que los planteamientos de Duval tienen directa concordancia con los planteamientos del Ministerio de Educación del Ecuador, entidad que publicó que, en matemáticas, la Representación “se refiere al uso de recursos verbales, simbólicos y gráficos, y a la traducción y conversión de estos. El lenguaje matemático es representacional, pues nos permite designar objetos abstractos que no podemos percibir; y es instrumental, según se refiera a palabras, símbolos o gráficas” [8].

En la realización de este trabajo, la tarea principal del docente fue utilizar los recursos didácticos adecuados para motivar a los estudiantes, creando de forma conjunta el ambiente propicio para que ellos logren la aprehensión conceptual de los objetos matemáticos. El uso de GeoGebra fue clave para lograr este propósito ya que permite la manipulación de símbolos, imágenes y se facilita el trabajo grupal, fortaleciendo el aprendizaje colaborativo y la socialización, se fomentan la experimentación y verificación de hipótesis y se simplifica la solución de problemas. Además, GeoGebra permite ludificar la experiencia de aprendizaje, lo cual sumado con el trabajo en equipo potencian la zona de desarrollo próximo de Vigotsky [17].

III. METODOLOGÍA

Este trabajo tiene enfoque mixto, diseño descriptivo y cuasiexperimental, corte transversal, alcance correlacional y su concepción se circunscribe en la aplicación del método hipotético deductivo. La validación estadística se efectuó con la aplicación de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para dos muestras relacionadas, utilizando el software libre R [18]. El grupo de estudiantes con los que se trabajó cursaban cuarto semestre de una carrera de ingeniería en una universidad pública ecuatoriana; todos ellos estaban tomando la asignatura de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias.

La primera fase del trabajo consistió en realizar clases de refuerzo de derivadas y técnicas de integración. Posteriormente, se introdujo el tema EDO lineales, realizando una reseña histórica y mencionando las numerosas aplicaciones de estas en todas las áreas académicas, científicas y de ingeniería; incentivando a los estudiantes para que participen de forma activa en el proceso de enseñanza – aprendizaje. La segunda etapa fue plantear una prueba que se utilizó como pretest; este instrumento fue cuidadosamente revisado, tanto en su contenido, como en su forma, aplicando la Taxonomía de Bloom, de modo que se abarquen los aspectos conceptuales, la comprensión y la aplicación. A los estudiantes se les proporcionó una rúbrica de evaluación que fue utilizada por el docente para la calificación individual.

En la tercera fase del proceso, se empleó GeoGebra como herramienta de apoyo didáctico, teniendo como objetivos reforzar conocimientos, aclarar conceptos y facilitar la comprensión de la solución de las EDO lineales. La aplicación de la estrategia didáctica se realizó con la modalidad de entorno colaborativo para aprovechar los recursos humanos individuales y grupales, buscando activar la zona de desarrollo próximo, fomentando la socialización y la creatividad de cada estudiante [19]. Como herramienta de apoyo tecnológico se utilizaron los teléfonos celulares, en los que previamente se había instalado el software. La cuarta parte del trabajo consistió en plantear el post test, cuyo instrumento de evaluación fue elaborado y planteado con la misma rigurosidad que el pretest; los resultados obtenidos fueron ingresados en la base de datos que se utilizó para realizar el análisis estadístico pertinente, utilizando el software libre R. Para la operacionalización de variables, se consideró como variable independiente la aplicación de GeoGebra como recurso didáctico; mientras que las calificaciones obtenidas en el pretest y el post test fueron consideradas como la variable dependiente [20].

A. Tipo de muestreo

El tipo de muestreo fue no probabilístico y por conveniencia; por ello no fue necesario calcular el tamaño de la muestra, pues se trabajó con todos los estudiantes inscritos en el curso regular de la asignatura. Con este fundamento, el primer ítem de cada uno de los instrumentos de evaluación se formuló para indagar el nivel de conceptualización alcanzado por los estudiantes; en esta parte se proporcionó una tabla cuya primera columna contenía seis ecuaciones y los estudiantes debían reconocer el orden, el grado y determinar si cada una es o no lineal. El segundo ítem se elaboró para cuantificar el nivel de comprensión de los estudiantes acerca del significado de la solución general de una EDO, para lo cual se les proporcionó una primera ecuación y luego una segunda ecuación para que ellos determinen si esta última es o no una solución general de la primera. Finalmente, en el tercer ítem se planteó un problema de valores iniciales (problema de Cauchy) para determinar el nivel de su capacidad de resolución de problemas [27].

IV. RESULTADOS

A. Análisis del pretest

En concordancia con los resultados que reportan los estudios previamente realizados acerca de las dificultades que presentan los estudiantes en los cursos de ecuaciones diferenciales ordinarias [7], la mayoría de los estudiantes tuvo dificultades para determinar el orden y el grado de las EDO, así como de demostrar o descartar la linealidad. Los datos recogidos a partir de la realización del pretest se presentan en la tabla 1:

Tabla 1. Errores cualitativos contabilizados en el pretest.

Errores observados	Proporción de errores
No reconoce el orden de la EDO	25/186 = 0,134
No reconoce el grado de la EDO	62/186 = 0,333
No determina si la EDO es lineal	34/186 = 0,183

El análisis estadístico descriptivo de las calificaciones del pretest se presenta a continuación:

```
summary(Pretest)
```

##	Min.	1st Qu.	Median	Mean	3rd Qu.	Max.
##	2.000	3.375	4.750	4.871	5.625	10.000

Fig 2. Análisis estadístico descriptivo de los datos del pretest.

Se observó que el 75 % de estudiantes obtuvo una calificación menor o igual a 5,63; lo cual se debió a que la mayoría de ellos no logró resolver el segundo o el tercer ítem de la evaluación. Estos resultados concuerdan con los reportes de las investigaciones anteriores [7]. En cuanto al ajuste de los datos, la prueba de Lilliefors permitió determinar, con un 95 % de confianza, que las calificaciones del pretest no se distribuyen normalmente, considerando que el p-valor es mucho menor que 0,05. Se muestran a continuación, los resultados obtenidos:

```
lillie.test(Pretest)
```

```
##
## Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test
##
## data: Pretest
## D = 0.18398, p-value = 0.009025
```

Fig 3. Resultados de la prueba de hipótesis para probar normalidad de los datos del pretest.

B. Análisis del post test

Luego del uso de GeoGebra como herramienta de apoyo para resolver EDO lineales y de realizar el trabajo didáctico pertinente, la contabilización de errores observados se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2. Errores cualitativos contabilizados en el post test.

Errores observados	Proporción de errores
No reconoce el orden de la EDO	1/186 = 0,0054
No reconoce el grado de la EDO	12/186 = 0,064
No determina si la EDO es lineal	61/186 = 0,328

Adicionalmente, estos fueron los resultados del análisis estadístico descriptivo de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el post test:

```
summary(Posttest)

##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##  2.000  5.500  7.000  6.669  8.375 10.000
```

Fig 4. Análisis estadístico descriptivo de los datos del post test.

Se observó que el 75 % de estudiantes obtuvo una calificación igual o menor que 8,38, es decir en el post test se observó una diferencia positiva en las calificaciones de los estudiantes. Luego, para validar esta observación se realizó la respectiva prueba de hipótesis. En primer lugar, se realizó un análisis visual; es importante mencionar que este análisis gráfico no mostró que los datos tuvieran distribución normal, tal como se observa en la siguiente figura.

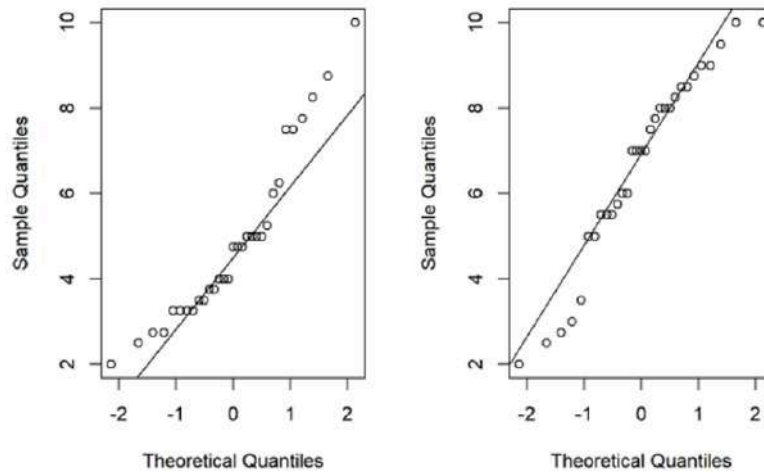


Fig 5. Gráficos QQnorm para detectar normalidad de los datos.

Más concluyente, la prueba de Lilliefors no proporcionó suficiente evidencia estadística para descartar la hipótesis nula acerca de la normalidad de las calificaciones del post test.

```
lillie.test(Posttest)

##
##  Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test
##
## data:  Posttest
## D = 0.1391, p-value = 0.1317
```

Fig. 6. Resultados de la prueba de hipótesis para probar normalidad de los datos del post test.

C. Prueba de hipótesis para comparación de muestras pareadas

Considerando que no se cumplieron los supuestos de normalidad de Gauss debido a que los datos del pretest no siguen una distribución normal, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar muestras pareadas, con lo cual se estableció con un 95 % de confianza la existencia de diferencia estadística entre las medianas de las calificaciones del pretest y del post test, corroborando los resultados de los análisis descriptivos: 5,63, pretest y 8,38, post test.

Las hipótesis fueron:

Ho: no hay diferencia entre las medianas de las calificaciones del pretest y del post test.

H1: si hay diferencia entre las medianas de las calificaciones del pretest y del post test.

```
wilcox.test(Pretest, Posttest)

##
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction
##
## data: Pretest and Posttest
## W = 259.5, p-value = 0.001882
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Fig. 7. resultados de la prueba de hipótesis para comparación de muestra pareadas.

La prueba de hipótesis demostró, con un 95 % de confianza, la existencia de suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y permitió concluir que la mediana de las calificaciones del pretest es diferente a la mediana de las calificaciones del post test. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de los resultados favorables, habría que realizar observaciones posteriores del desempeño académico de este grupo de estudiantes para verificar si el aprendizaje obtenido por ellos puede considerarse significativo.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis estadístico demostraron que la estrategia didáctica implementada permitió que los estudiantes logren una mejor comprensión de la teoría básica de las EDO lineales. Además, se observó un notable incremento en el rendimiento académico de los estudiantes, evidenciado por un aumento significativo en sus calificaciones y una mayor participación en las actividades relacionadas con el tema. Estos hallazgos respaldan la eficacia de la estrategia didáctica empleada para facilitar el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales lineales, lo que sugiere su utilidad como herramienta pedagógica en contextos educativos similares. Por otra parte, la experiencia obtenida al realizar este trabajo permite afirmar que los profesores pueden utilizar GeoGebra para crear material de apoyo, ejercicios y actividades de manera dinámica e interactiva.

REFERENCES

- [1] W. Boyce and R. DIPrima, Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera, Cuarta Ed. México D. F., 2000.
- [2] R. FALCÓN, Y. SIFONTE, and A. ARCE, "Nuevos modelos matemáticos y situación epidemiológica de la COVID-19 en el país." Accessed: Aug. 12, 2023.
- [Online]. Available: <https://www.yaguajay.gob.cu/actualidad/noticias/7109-nuevos-modelos-matematicos-y-situacion-epidemiologica-de-la-covid-19-en-el-pais>.

- [3] F. Cavalleri, M. Irisarri, G. Bittar, G. Cuello, M. Pérez, and A. Aleman, "Modelos epidemiológicos en la pandemia por SARS-CoV-2: concepto, aplicaciones y alcance," *Rev. Uruguay Med. Interna*, vol. 05, no. 03, pp. 4–8, 2020, doi: 10.26445/05.02.1.
- [4] J. Pernaleté and Y. Odor, "El modelo Kermack-McKendrick en la propagación de cepas COVID-19: Perú 2020-2021," *Enfermería Glob.*, vol. 22, no. 1, pp. 309–336, 2023, doi: 10.6018/eglobal.521971.
- [5] C. Barría-Sandoval, P. Salas, and G. Ferreira, "Modelos de Series de Tiempo para Predecir el Número de Casos de Variantes Dominantes del SARS-COV-2 Durante las Olas Epidémicas en Chile," *Rev. Politécnica*, vol. 50, no. 3, pp. 17–26, 2022, doi: 10.33333/rp.vol50n3.02.
- [6] G. Ramírez-Valverde and B. Ramírez-Valverde, "Modelo estadístico para defunciones y casos positivos de covid-19 en México," *EconoQuantum*, pp. 1–20, 2021, doi: 10.18381/eq.v18i1.7223.
- [7] C. Guerrero Ortiz, M. Camacho Machín, and H. R. Mejía Velasco, "Dificultades de los estudiantes en la interpretación de las soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias que modelan un problema," *Enseñanza las Ciencias. Rev. Investig. y Exp. didácticas*, vol. 28, no. 3, pp. 341–352, 2011, doi: 10.5565/rev/ec/v28n3.431.
- [8] Ministerio de Educación del Ecuador, *Bachillerato General Unificado*, Primera Ed. Quito, Ecuador: Ministerio de Educación del Ecuador, 2016. [Online]. Available: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/BGU1.pdf>
- [9] Unión Internacional de Telecomunicaciones, "2.900 millones de personas siguen careciendo de conexión," UIT. Accessed: Sep. 16, 2023. [Online]. Available: <https://www.itu.int/es/mediacentre/Pages/PR-2021-11-29-FactsFigures.aspx>
- [10] G. Rodríguez, "Pandemia acelera 10 años el uso de tecnologías digitales," *Boletín UNAM-DGCS-419*. Accessed: Sep. 16, 2023. [Online]. Available: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2021_419.html
- [11] GeoGebra, "¿Qué es GeoGebra?" Accessed: Sep. 09, 2023. [Online]. Available: <https://www.geogebra.org/about?lang=es>
- [12] B. González, D. Abreu, M. Jiménez, M. I. Marrero, and Alejandro Sanabria, "Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden," *Universidad de La Laguna*, vol. 1, no. 1. San Cristóbal de La Laguna, España, pp. 1–31, 2013. [Online]. Available: https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/6024/mod_resource/content/1/tema5/ME5-ecdiferenciales.pdf
- [13] S. Chapra and R. Canale, *Métodos Numéricos para ingenieros*. Mexico D.F., 2015.
- [14] . Kiseliyov, M. Krasnov, and G. Makarenko, *Problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias*, Cuarta Ed., vol. 13. Moscú, 2018.
- [15] M. Castro, M. González, S. Flores, O. Ramirez, M. Cruz, and M. Fuentes, "Registros de representación semiótica del concepto de función exponencial. Parte I.," *Entreciencias diálogos en la Soc. del Conoc.*, vol. 5, no. 13, pp. 1–14, 2017.
- [16] D. Lizana Chauca and R. P. Antezana Iparraguirre, "Representación semiótica en el aprendizaje de conceptos básicos de la estructura algebraica de grupo," *Horiz. la Cienc.*, vol. 11, no. 21, pp. 177–188, 2021, doi: 10.26490/uncp.horizonteciencia.2021.21.904.
- [17] M. A. Alarcón-Díaz, H. H. Alarcón-Díaz, L. S. Rodríguez-Baca, and N. Alcas-Zapata, "Intervención educativa basada en la gamificación: experiencia en el contexto universitario," *Eleuthera*, vol. 22, no. 2, pp. 117–131, 2020, doi: 10.17151/eleu.2020.22.2.8.
- [18] S. Siegel and J. Castellan, *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*, Cuarta. México, 1998.

- [19] O. Acaro, "El GeoGebra en la enseñanza de la matemática en el Colegio Nacional Andrés Bello," Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2021.
[Online]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/18917/ACAROCALVA-TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [20] R. Hernández-Sampieri and C. Mendoza, Metodología de la investigación Las rutas cuantitativas. 2018.

El trabajo colaborativo como estrategia pedagógica para favorecer la convivencia escolar de los niños

García Vera Verónica Rocío
<https://orcid.org/0000-0001-8163-5451>
veronicar.garcia@educacion.gob.ec
Unidad Educativa Picoazá
Portoviejo-Ecuador

De la Peña Consuegra Geilert
<https://orcid.org/0000-0003-3765-9143>
geilet.delapena@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo-Ecuador

Recibido (23/03/2024), Aceptado (19/04/2024)

Resumen: El objetivo de este estudio fue promover el trabajo colaborativo como estrategia pedagógica para fomentar la convivencia escolar en un grupo de niños de tres años. Se empleó una metodología mixta, con diseño pre-experimental longitudinal en una muestra de 36 niños. Se aplicó una ficha de observación antes y después de implementar la estrategia pedagógica durante un periodo de cinco semanas. Los resultados fueron analizados a través de técnicas estadísticas, utilizando la prueba de hipótesis de T de Student procesadas en el software estadístico SPSS versión 0,25. Los principales hallazgos revelan diferencias estadísticamente significativas en la convivencia escolar al comparar las medias de la pre-experimentación (M= 52,08) y post-experimentación (M= 59,36). Se puede afirmar que el trabajo tuvo un impacto positivo en la convivencia escolar de los niños, mejorando sus habilidades sociales y cognitivas. Se recomienda continuar explorando enfoques colaborativos con el fin de promover ambientes armoniosos desde etapas tempranas.

Palabras clave: escuela de párvulos, enseñanza en equipo, coexistencia pacífica, técnica didáctica.

Collaborative work as a pedagogical strategy to favor the school coexistence of children

Abstract.- This study aimed to promote collaborative work as a pedagogical strategy to foster school coexistence in a group of three-year-old children. A mixed methodology was employed, with a pre-experimental longitudinal design of 36 children. An observation sheet was applied before and after implementing the pedagogical strategy over five weeks. The results were analyzed through statistical techniques, using the T-Student hypothesis test processed in the statistical software SPSS version 0.25. The main findings reveal statistically significant differences in school coexistence when comparing the means of pre-experimentation (M=52.08) and post-experimentation (M=59.36). It can be asserted that the work positively impacted the children's school coexistence, improving their social and cognitive skills. It is recommended to continue exploring collaborative approaches to promote harmonious environments from the early stages.

Keywords: kindergarten school, team teaching, peaceful coexistence, teaching technique.

I. INTRODUCCIÓN

Los comportamientos disruptivos en la etapa infantil son una realidad que se vive dentro de las aulas de clases de educación inicial, que afectan tanto a docentes, infantes y padres de familia, dado que estos últimos en ocasiones no poseen información adecuada sobre esta problemática y, por ende, no se le da la importancia necesaria al manejo de estas conductas. Por esto, en el estudio realizado se analizó el manejo y gestión de estas conductas en el aula, y su relación entre los aportes teóricos de la convivencia escolar y el trabajo colaborativo.

Con el fin de que estos comportamientos no se incrementen, los educadores deben desarrollar estrategias socioemocionales, que permitan trabajar en estas actitudes presentes en los niños. La convivencia es esencial en las sociedades humanas, por lo que se puede afirmar que es menester educar en base a estos principios y en valores. Así, la unidad educativa se convierte en un espacio ideal para aprender y fortalecer prácticas de vida que potencien esta educación, que debe ser replicada en la familia y en la comunidad.

Para este trabajo, se toma como base la teoría de Bandura, que se relaciona con la imitación de comportamientos que los niños observan e imitan dentro y fuera del aula de clase. Además, la teoría de Vygotsky [1], que afirma que los niños mejoran sus habilidades cognitivas a través de la interacción social. Además, En el artículo 11 de la Ley Orgánica de Educación Intercultural del Ministerio de Educación del Ecuador (MinieduEc) [2], se establece que los docentes deben respetar los derechos de los estudiantes y de los miembros de la comunidad educativa, fomentar la convivencia armónica y la resolución pacífica de conflictos. La convivencia escolar en los niños es un fenómeno que mejora los comportamientos disruptivos a través del trabajo colaborativo, lo que refuerza su área socio afectiva, por lo que es necesario conocer a fondo este fenómeno.

Este trabajo se desarrolla en la Unidad Educativa Picoazá ubicada en Portoviejo provincia de Manabí, en Ecuador, donde los niños de 3 a 5 años presentan problemas de comportamiento, que afecta el proceso de aprendizaje en el aula, debido a que estos no desean trabajar de forma conjunta. Los niños se muestran reacios a participar y en algunos casos, hacen uso de palabras soeces; todos estos agentes influyen de manera significativa en los educandos y generan un ambiente educativo que no presta las condiciones a la inmersión social del niño. Por lo tanto, los maestros deben actuar de manera efectiva al impartir las normas, reglas y estrategias apropiadas en las aulas, y para ello, deben estar capacitados e informados sobre estas conductas que pueden manifestar los infantes, para que puedan manejarlas y gestionarlas apropiadamente. En consecuencia, el objetivo de este estudio fue favorecer el trabajo colaborativo como estrategia pedagógica para el desarrollo de la convivencia escolar en los niños de Inicial II de la Unidad Educativa Picoazá.

Resulta importante destacar que el trabajo colaborativo es una metodología ampliamente fundamentada, que fortalece la convivencia escolar y ofrece un ambiente de aprendizaje basado en el logro mutuo de objetivos e intercambios de aprendizaje, que permite el desarrollo de actitudes acertadas en los niños. El análisis de la convivencia y sus retos en la construcción de contextos educativos inclusivos, participativos y democráticos probablemente no es una novedad para algunos países de América Latina. En Ecuador, se han planteado también prospectos de convivencia escolar, que solidifican espacios educativos de respeto y armonía y mejoran la calidad del aprendizaje.

II. DESARROLLO

La escuela y la sociedad contemporánea requieren individuos con competencias sociales sólidas, así como conocimiento y respeto por los demás, que vayan más allá de la mera instrucción académica. Por tanto, el fomento del trabajo en equipo se presenta como la táctica más adecuada para alcanzar este objetivo, pues va más allá de la simple adquisición de conceptos específicos, basándose en la colaboración y el intercambio de ideas. Las teorías actuales del aprendizaje reconocen la importancia de las relaciones sociales y la interacción con el otro en la adquisición de conocimientos [3]. Una de estas, es el constructivismo de Vygostky [1] que considera el conocimiento como un proceso de interacción entre el sujeto y su entorno, que facilita el aprendizaje gracias a la mediación o interacción con los otros, por lo tanto, tiene un carácter social y cooperador, revelando lo fundamental de fomentar estrategias que lleven a los educandos a la participación grupal, a la promoción del trabajo conjunto y a la constante interacción entre estos.

La Ley Orgánica de Educación Intercultural del Ecuador [2] establece también que se deben fomentar relaciones interpersonales positivas en la institución educativa, que responden a su vez a las demandas de una educación de calidad. El objetivo de lograr una educación en base a este paradigma consiste en fortalecer de manera adecuada el valor de la convivencia escolar e implica involucrar tanto el sistema formal como el informal de la educación, y fomentar valores ciudadanos que estén en línea con la promoción de una cultura de paz [4].

Por lo tanto, una educación es de calidad, si esta, prepara al niño para cambiar su realidad y le permite progresar en su vida. En el contexto de los procesos de enseñanza-aprendizaje, es fundamental incorporar procesos interactivos de alta calidad que sean capaces de responder adecuadamente a los requerimientos y necesidades individuales de cada estudiante, logrando desarrollar habilidades que le sean de utilidad a lo largo de su vida, además de crear un ambiente favorable para la adquisición de aprendizajes.

Al considerarse que la educación básica es fundamental para la formación integral de la persona, es necesario que en esta se enmarque la formación de un conjunto de actitudes para la vida [5]. Las instituciones educativas desempeñan un papel fundamental en la preparación de los niños para su inserción en el mundo competitivo. Además, también constituyen el espacio donde estos establecen sus primeras relaciones sociales fuera del ámbito familiar. Se comprende que la convivencia escolar tiene un impacto en los primeros años de escolarización, por lo cual, los educadores deben promover y establecer estrategias adecuadas en el aula para controlar y contener aquellas conductas que suponen una problemática al proceso de aprendizaje y al desarrollo socio afectivo del infante.

El trabajo colaborativo, constituye un método activo, que fomenta la participación directa y activa de los estudiantes en la búsqueda de soluciones alternativas a las contradicciones que surgen en el proceso de aprendizaje [6]. De forma que se propicien espacios desde los cuales se busca el desarrollo de habilidades individuales y grupales, a partir de consignas específicas que produzcan la colaboración y el intercambio de información [7]. En concreto, los docentes deben aplicar estas metodologías colaborativas que desde el apoyo mutuo dan paso hacia un aprendizaje significativo, al facilitar la adquisición e interpretación de lo enseñado. Todo ello, para generar una sinergia que logre mejores resultados que los posiblemente se podrían alcanzar de forma individual.

Es importante señalar las diferencias entre trabajo colaborativo y cooperativo, ya que se prestan a ambigüedades que pueden causar confusión al momento de aplicarlos en el aula de clase. En el trabajo cooperativo, hay una asignación clara de tareas que cada miembro debe completar, y el profesor es principalmente responsable del desarrollo de la construcción de conocimientos [8]. Mientras que, en el trabajo colaborativo, los objetivos son compartidos a lo largo del proceso y la autogestión del conocimiento se hace cada vez más evidente.

A) Trabajo colaborativo en educación inicial

Ahora bien, desde la idiosincrasia constructiva forjada en la educación inicial, se estima que es mediante la interacción social como los niños afianzan y se desenvuelven cognitivamente, producto de un progreso colaborativo [9]; donde es fundamental, la participación de la niñez en el contexto que les rodea, y que les permitirá desarrollar nuevas habilidades cognoscitivas. En esta etapa, el trabajo colaborativo fomenta de forma efectiva las habilidades blandas y su aplicación práctica en la convivencia con los demás, donde es necesario el diálogo, la comunicación y la interacción para abordar de forma conjunta los desafíos o solucionar problemas [10]. En su estudio se pudo establecer que la existencia de una correlación significativa ($r= 0,738$) entre el desarrollo asertivo y el aprendizaje colaborativo en los niños, con una intensidad de 73,8% [11]. Así pues, el aprendizaje colaborativo puede ser más atractivo y significativo para los párvulos y un paso importante para su adaptación, mejorando sus habilidades intelectuales y psicosociales, además de ayudarlos a desarrollar actitudes de colaboración. Para llevar a cabo la implementación de estas ideas en el entorno educativo, resulta esencial contar con herramientas apropiadas que respalden el proceso. En este sentido, la capacitación profesional se posiciona como la herramienta primordial y fundamental.

Los docentes deben demostrar un amplio dominio de las metodologías activas, las cuales son ampliamente utilizadas en el ámbito educativo en sus diversas variaciones e implementaciones, que actualmente se encuentran presentes tanto en las principales tendencias pedagógicas como en los marcos de competencia y planes de formación de estudiantes y profesores [12]. Sin embargo, es común que los docentes no hagan uso de estas metodologías debido a diferentes factores, como la falta de preparación o la falta de materiales adecuados para su implementación en el aula. En virtud de lo expuesto, resulta primordial cultivar y potenciar la habilidad de los menores para establecer vínculos interpersonales positivos. Esto se logra mediante el fortalecimiento de las conexiones sociocognitivas que fomenten su seguridad y autoconfianza, a la vez que estimulan su proceso de socialización.

El objetivo principal de los educadores de educación inicial es fomentar un entorno seguro y estimulante para los niños, donde se sientan cómodos y felices de participar en el proceso de aprendizaje. Se busca que la institución educativa sea un lugar motivador y agradable para ellos [13]. En consecuencia, se destaca la relevancia del trabajo colaborativo como una herramienta pedagógica fundamental. Su fortaleza se manifiesta en la promoción de la convivencia escolar, fomentando un entorno armonioso que permita a los estudiantes aprender en un ambiente cálido y propicio para una constante interacción social.

En los últimos años, la convivencia escolar en todas sus formas se ha convertido en uno de los principales temas a abordar por las escuelas y uno de los principales retos educativos de la educación del siglo XXI [14]. Esta convivencia se basa en la gestión relacional entre los miembros de un plantel escolar, que incide de manera significativa en el desarrollo ético, socio afectivo e intelectual de quienes aprenden y de las relaciones que establecen entre sí con el personal docente y directivo [15]. Su construcción se realiza desde el respeto, la aceptación de las diferencias y de las opiniones de todos en un plano de igualdad [16]. Por lo tanto, las instituciones educativas deben modelar distintos lineamientos que fomenten los buenos valores, además de normas claras y pertinentes que pretendan actuar y responder de forma eficiente a los casos de indisciplina.

El Plan Nacional de Convivencia escolar del MinieduEc propone tres dimensiones que, en la complejidad de los entornos sociales, promueve una dinámica organizada de la siguiente forma (fig.1) [17]:

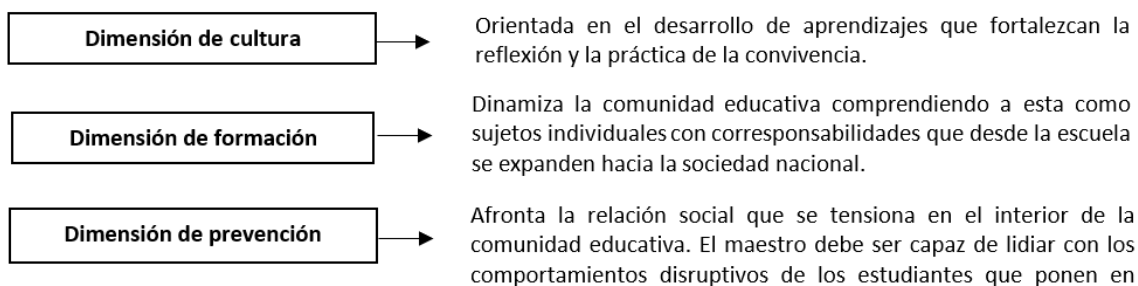


Fig. 1. Dimensiones de la convivencia escolar

Desde la educación inicial, la construcción de la identidad en los niños se puede abordar desde actividades tanto dentro como fuera del aula, mostrándoles de manera fácil y divertida que pertenecen a un grupo social que les enseña y al cual pueden aportar individualmente [18]. De tal forma, que todo ello llegue a nutrir la convivencia escolar en la que fluctúan los infantes. En la siguiente tabla, se explayarán los factores positivos y negativos que actúan en la convivencia escolar:

Tabla 1. Factores de la convivencia escolar.

Factores positivos	Factores negativos
Relaciones interpersonales de cooperación en base al cumplimiento de derechos y deberes.	Rechazo al aprendizaje: no llevando material, no participando, inasistencia a clases.
Prácticas de valores institucionales asumidos por la comunidad educativa.	Trato inadecuado que comprende la falta de respeto a las formas de relación social.
Límites de interrelaciones personales se basan en acuerdos e incorporan necesidades y deseos de los miembros de la comunidad escolar.	Conductas disruptivas con comportamientos objetivamente no agresivos, pero que interrumpen el proceso de enseñanza y aprendizaje.
Reconocimiento de conflictos y su tratamiento adecuado.	Conductas agresivas cuya intención es dañar a otra persona.
Estilos de comunicación que se mantienen en los centros escolares con transparencia, fluidez y accesibilidad.	Práctica de antivalores, tales como: el irrespeto a los miembros de la comunidad educativa, arrogancia, falta de seriedad, entre otras.

Tabla adaptada y mejorada sobre los factores de convivencia escolar [19].

La convivencia escolar debe encontrarse con padres responsables, quienes acompañen para educar y cuidar la integridad personal, cultural y social; y así mismo, encontrarse con docentes que contribuyan a la separación del ámbito familiar y a la búsqueda de otros modelos de identificación en sus compañeros y maestros [20]. La función pedagógica tiene como uno de sus objetivos principales crear climas propicios para el trabajo educativo, de modo que desde la práctica docente se deben implementar estrategias didácticas donde los niños jueguen, charlen y reflexionen dando paso hacia un trabajo colaborativo que incida en los factores positivos de la convivencia escolar.

III. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, que integró la recopilación, el análisis y la correlación de datos cuantitativos y cualitativos en un único análisis, con el objetivo de hallar una solución al planteamiento del problema en cuestión. Es de tipo descriptiva con un diseño pre-experimental, que se caracteriza por contar con un grupo experimental que será intervenido en dos momentos; además, fue de corte longitudinal.

La población del estudio estuvo compuesta por un grupo de niños de tres años que estudian en la Unidad Educativa Picoazá. La muestra fue no probabilística por conveniencia conformada por 36 niños. Además, se consideró en la muestra la inclusión de dos docentes del nivel de estudio y dos profesionales del Departamento de Consejería Estudiantil (DECE).

Para la recolección de información se utilizó una ficha de observación con valoraciones politómicas de frecuencia de 1 (nunca) a 5 (siempre), que caracterizó la convivencia escolar de los niños, para lo cual se consideraron dimensiones como la Comunicación con una puntuación mínima de 3 y máxima de 15 (con ítems como "el niño usa un tono de voz adecuado para hablar"); Conducta en clase con una puntuación mínima de 6 y máxima de 30 (con ítems como "el niño es organizado y ordenado con su material"). Respeto y empatía con una puntuación mínima de 7 y máxima de 35 (con ítems como "el niño discute o pelea con sus compañeros") y Responsabilidad con la tarea (con ítems como "el niño cumple y es responsable con su tarea") con una puntuación mínima de 3 y máxima de 15. La confiabilidad de este instrumento se obtuvo por medio del Alfa de Cronbach con un valor de 0,87 que indica buena confiabilidad.

Posterior a esta caracterización que responde a la fase inicial, se realizaron las actividades de la estrategia pedagógica basada en el trabajo colaborativo, con el fin de posteriormente volver a aplicar la ficha de observación y reconocer la efectividad de esta estrategia para la convivencia escolar de los niños.

Para el análisis de datos, se utilizó Excel para el tratamiento de información y el programa Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS) versión 0,25 para la representación de tablas y figuras, y, con el mismo, reconocer las diferencias significativas de la pre y post experimentación mediante la ficha de observación a través de la prueba t de Student, ya que los datos presentan una distribución normal.

Para esto, se plantaron hipótesis, donde: la H_0 expresa que la estrategia pedagógica de trabajo colaborativo no favoreció la convivencia escolar de los niños, y, por otro lado, la H_a que expresa que, en efecto, la estrategia pedagógica de trabajo colaborativo favoreció la convivencia escolar de estos. El planteamiento previo se formularía estadísticamente de la siguiente forma:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2$ donde $p > 0.05$.
- $H_a: \mu_1 \neq \mu_2$ donde $p < 0.05$.

Se utilizó además una entrevista dirigida a los docentes y profesionales del Departamento de Consejería Estudiante (DECE) para reconocer de qué manera y qué metodologías aplican actualmente para promover la convivencia escolar en la institución.

Los instrumentos utilizados en esta investigación, junto a las actividades del trabajo colaborativo como estrategia pedagógica basada en actividades, fueron evaluados mediante el criterio de expertos. Para la construcción de los instrumentos utilizados, se tuvieron en cuenta una serie de indicadores que emergieron en el proceso de análisis en función de la operacionalización de las variables, que permitió el desglose de las temáticas abordadas en el estudio para una mejor comprensión de este.

IV. RESULTADOS

Se presentan los datos obtenidos a través de la entrevista realizada a los profesionales. Para esto, se llevó a cabo un análisis global de las respuestas obtenidas, de las que se obtuvieron las siguientes categorías para el caso de los docentes:

A) Respeto entre los niños en el aula y cohesión grupal.

Para los docentes entrevistados, los niños suelen guardarse respeto entre sí, sin embargo, en ocasiones suelen mostrarse hiperactivos o fastidiados por diferentes razones, lo que genera desorden en el aula y dificulta el proceso de aprendizaje, ya que unos desean trabajar y otros no.

B) Acciones para comportamientos disruptivos en el aula y metodologías para promover la convivencia escolar.

En caso de que los niños sean recurrentes en estos comportamientos que dificultan el proceder de la clase, se comunica a los padres para que estén al tanto de estos acontecimientos y ayuden desde casa; asimismo, se intenta también trabajar con refuerzos positivos, a través de una tabla, por ejemplo, donde figuran los nombres de los niños y estos ganan estrellas dependiendo de su comportamiento, haciendo así que se motiven a actuar y participar.

C) Estrategias de trabajo colaborativo en el aula.

Se busca que, con trabajos grupales, enfocados justamente en que los niños compartan y aprendan, se logre un ambiente de colaboración en el aula y mejorar con esto sus habilidades sociales, ya que apenas están aprendiendo y se han desligado del principal y único vínculo que conocían que son sus padres.

En tanto que, en la entrevista realizada a los profesionales del DECE se obtuvieron las siguientes categorías:

D) Acciones del DECE para la convivencia escolar.

Desde el DECE se implementa diversas estrategias que van desde la prevención hasta el monitoreo de los casos, con el objetivo de promover un entorno de aprendizaje completo en el cual los niños puedan desarrollarse óptimamente. Se llevan a cabo programas de prevención del acoso escolar para concientizar sobre este problema, además de brindar recursos relacionados a este tema tanto a los profesores como a los padres. Del mismo modo, se realiza una evaluación regular del ambiente escolar con el propósito de identificar áreas de mejora y tomar medidas anticipadas.

E) Importancia de la convivencia escolar desde la educación inicial.

La vida académica de un individuo es extensa, por lo tanto, es importante que se promueva este tipo de convivencia escolar; principalmente en los niños, para quienes tanto el maestro como el padre de familia deben ser un ejemplo de una sana convivencia, lo que permitirá que estos se relacionen de forma efectiva en el contexto escolar, y con ello, aprendan mejor. Estos hallazgos resaltan la necesidad de una atención integral a la convivencia escolar desde una edad temprana, que involucre a docentes, padres y profesionales del DECE, para crear un ambiente saludable y propicio para el aprendizaje de los niños. Se destaca la importancia del respeto y la cohesión grupal desde la perspectiva de los docentes, pero, asimismo, se reconocen los desafíos relacionados con los comportamientos disruptivos en el aula.

Con estos resultados como punto de partida, se desarrolló una estrategia pedagógica para desarrollar la convivencia escolar en función del trabajo colaborativo en los niños. De forma que se contribuya a lo expuesto desde el currículo de educación inicial, que subraya el hecho de que los niños deben descubrir y relacionarse adecuadamente con el medio social.

Las actividades propuestas buscaron que los niños colaborarán entre sí, considerando las experiencias de aprendizaje descritas en el currículo de educación inicial, donde se insta a garantizar la participación e impartir normas conocidas y claras en el aula. Además, se incita a que los niños se encuentren inmersos en las actividades gracias al disfrute que estas le provocan. En la figura 2 se muestra la implementación de la estrategia pedagógica desarrollada.

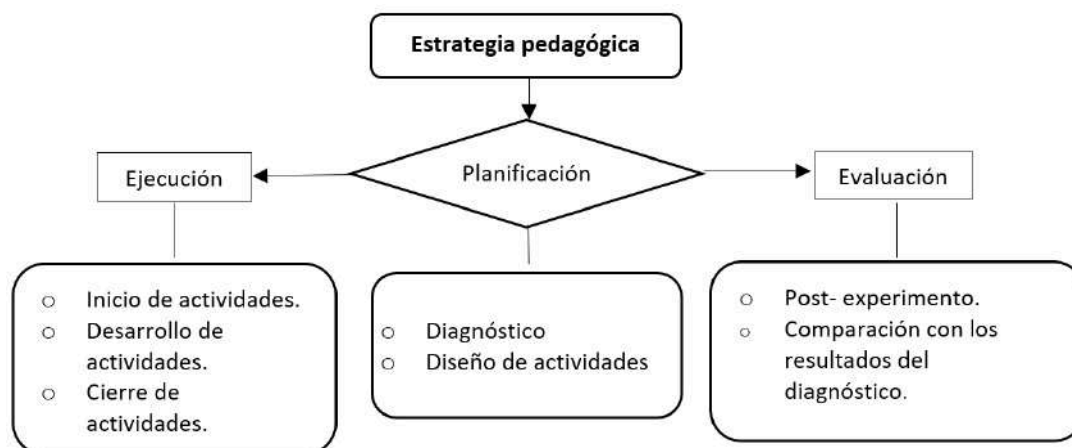


Fig 2. Proceso de la estrategia pedagógica de trabajo colaborativo.

La estrategia pedagógica consistió en la participación directa y activa de los niños, que se prestan a promover el trabajo colaborativo, mostrándose como una alternativa formidable para adquirir aprendizajes por medio del diálogo, la interrelación y la comunicación, de tal forma, que se desarrollen aspectos sociales y cognoscitivos del infante, que tendrán connotación en el espacio educativo en el que se empieza a desenvolver. La estrategia estuvo conformada por cinco actividades, que se desarrollaron durante un periodo de cinco semanas, bajo la supervisión de la maestra del curso en estudio. Cada semana, se realizó la misma actividad en dos ocasiones, utilizando materiales y recursos diferentes con el fin de mantener el interés de los niños. Para esto, se utilizaron tanto materiales propios del aula como recursos electrónicos, como proyector y laptop.

Las actividades tuvieron una duración de 40min a 60 min, para ello se utilizaron diferentes recursos como cuentos, figuras representativas. Además, algunas estrategias estuvieron compuestas por actividades de participación física, que incluían el recorrido en el aula, evasión de obstáculos, uso de rompecabezas y recursos didácticos, además de que se fomentó el diálogo entre los niños mediante turnos de participación. Todas estas estrategias se desarrollaron con grupos que debían contribuir para el alcance de los objetivos del colectivo.

Para evaluar de manera más precisa el impacto de la estrategia implementada, se llevó a cabo el pre-experimento que consistió en la aplicación de la ficha de observación. Esta permitió la observación detallada del comportamiento de los niños en diversas dimensiones y proporcionó información valiosa, que sirvió como punto de referencia antes de la ejecución de las actividades.

En la tabla 2 se presentan los resultados de esta observación inicial, que brindan un panorama completo de la situación antes de la intervención planificada; estos datos se obtuvieron durante el desarrollo de las clases.

Tabla 2. Resultados de la prueba de hipótesis para probar normalidad de los datos del post test.

Niveles	Comunicación		CC		R y E		RT	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Alto	6	16,7%	7	19,4%	2	5,6%	4	8,3%
Medio	14	38,9%	11	30,6%	29	80,6%	13	72,2%
Bajo	16	44,4%	18	50%	5	13,9%	7	19,4%
Total	36	100%	36	100%	36	100%	36	100%

Nota: CC= conducta en clase; RyE= respeto y empatía; RT= Responsabilidad en la tarea.

Los datos recopilados en esta fase permitieron comparar y analizar los cambios observados en el comportamiento de los niños en el desarrollo de las actividades diseñadas e instrumentadas, lo que brinda una visión clara de la efectividad de la intervención. En la tabla 3, se presentan los resultados de la post-experimentación, que revelan las mejoras logradas.

Tabla 3. Resultados de las dimensiones de post- experimentación en los niños.

Niveles	Comunicación		CC		R y E		RT	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Alto	8	22.2%	8	22.2%	2	5.6%	4	11.1%
Medio	20	55.6%	21	55.6%	32	88.9%	29	80.6%
Bajo	8	22.2%	7	19.4%	2	5.6%	3	8.3%
Total	36	100%	36	100%	36	100%	36	100%

Nota: CC= conducta en clase; R y E= respeto y empatía; RT= Responsabilidad en la tarea.

Los datos recopilados en esta fase permitieron comparar y analizar los cambios observados en el comportamiento de los niños en el desarrollo de las actividades diseñadas e instrumentadas, lo que brinda una visión clara de la efectividad de la intervención. En la tabla 3, se presentan los resultados de la post-experimentación, que revelan las mejoras logradas.

Tabla 4. Prueba t para muestras relacionadas de pre y post- experimentación en los niños.

	IC 95%		t	gl	p	d
	Inferior	Superior				
Pre-experimentación / Post-experimentacion	-9.627	-4.929	-6.289	35	.001	1.04

Se encontraron diferencias estadísticas en la convivencia escolar, donde las puntuaciones de la pre-observación (M= 52.08; DE= 11.95) fueron menores que las puntuaciones de la post observación (M= 59.36; DE: 11.09). $t(35) = -6.28$, $p < 0.01$, $d = 1.04$. Por lo tanto, en base a estos resultados se acepta la hipótesis alterna (Ha).

Con esto, se explica que después de aplicarse la estrategia pedagógica de trabajo colaborativo se muestra un cambio en la convivencia escolar de los niños en cada una de las dimensiones. Los niños aprendieron a participar y turnarse para hablar, respetaron los tiempos de la maestra y de los demás, lo que contribuyó al ambiente de convivencia en el aula, otorgándole valor al respeto y empatía.

Aprendieron también, a respetar las diferencias, lo que genera un clima de confianza y colaboración, que promueve un sentido de responsabilidad compartida, en donde cada miembro del grupo se implicaba para el éxito colectivo.

CONCLUSIONES

La brecha existente en la literatura científica, que ha centrado principalmente su atención en el trabajo colaborativo en la educación superior, resalta la necesidad de investigaciones más profundas y específicas en el ámbito de la educación infantil. La etapa temprana de la educación es crucial para el desarrollo cognitivo y social de los niños, y comprender cómo el trabajo colaborativo influye en la convivencia escolar en este contexto podría proporcionar valiosas perspectivas para educadores, padres y profesionales de la salud.

Aunque los resultados del estudio sugieren un impacto positivo del trabajo colaborativo en la convivencia escolar de los niños en la educación infantil, es esencial reconocer las limitaciones inherentes al diseño de la investigación. Aunque la estrategia implementada demostró mejoras en el comportamiento de los niños, la falta de diferencias estadísticamente significativas y la muestra relativamente pequeña subrayan la necesidad de investigaciones más extensas y rigurosas en este campo. La generalización de los resultados debe abordarse con cautela, y futuros estudios podrían considerar ampliar las muestras y explorar más a fondo los diversos aspectos del trabajo colaborativo en el contexto de la educación infantil.

En el contexto de la educación infantil, donde se forjan las bases del aprendizaje y desarrollo socioemocional, la falta de atención en la literatura científica hacia el trabajo colaborativo representa una laguna significativa. Dada la importancia de esta etapa en la formación de habilidades sociales y emocionales, es imperativo que la investigación se oriente hacia estrategias efectivas que fomenten una convivencia escolar positiva desde edades tempranas. El énfasis en el trabajo colaborativo en la educación superior puede no ser completamente transferible a la educación infantil, donde las dinámicas y desafíos son distintos, lo que subraya la necesidad de investigaciones específicas que aborden la singularidad de este entorno educativo.

A pesar de las limitaciones identificadas en el estudio, los indicios de mejoras en la convivencia escolar a través de estrategias colaborativas son prometedores. Los cambios positivos en el comportamiento de los niños sugieren que el enfoque colaborativo puede ser una herramienta valiosa para fomentar habilidades sociales desde una edad temprana. Sin embargo, la necesidad de replicar y validar estos resultados en estudios más amplios y diversificados persiste, lo que permitirá obtener una comprensión más sólida de cómo el trabajo colaborativo impacta de manera significativa en la convivencia escolar en la educación infantil.

Finalmente, se destaca la importancia de la convivencia escolar en la educación infantil y la necesidad de explorar diferentes enfoques pedagógicos que fomenten un ambiente de respeto y colaboración desde las etapas iniciales del aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] L. Vygotsky, "Interaction Between Learning and Development". *Mind in Society*, 1978. [En línea]. Disponible en: https://innovation.umn.edu/jgdi/wp-content/uploads/sites/37/2018/08/Interaction_/sites/37/2018/08/Interaction_Between_Learning_and_Development.pdf.
- [2] Ministerio de Educación del Ecuador, "Ley Orgánica de Educación Intercultural". 2011. [En línea]. Disponible en: https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Ley_Organica_de_Educacion_Intercultural_LOEI_codificado.pdf
- [3] A. García y F. Tejedor, "Valoración del trabajo colaborativo en los procesos de enseñanza-aprendizaje en entornos escolares con alto nivel TIC", *Estudios sobre Educación*, vol. 34, pp. 155-175, 2018, doi: 10.15581/004.34.155-175.
- [4] C. Valbuena -Nuñez, "La convivencia escolar y la calidad educativa en educación primaria", *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, vol. 6, núm. 10, pp. 141-151, 2022, doi: <https://www.redalyc.org/journal/5739/573971933011/html/>.
- [5] A. Montes, "Calidad de la Educación Primaria en Colombia: Conceptualizaciones y Tendencias", *Escenarios*, vol. 15, núm. 2, pp. 70-81, 2017, doi: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6642871>.

- [6] E. Espinoza, "El trabajo colaborativo en la enseñanza-aprendizaje de la Geografía", *Universidad y Sociedad*, vol. 14, núm. 2, pp. 101–109, mar. 2022. doi: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2681>.
- [7] M. Zangara y C. Sanz, "Del trabajo grupal al colaborativo. Antecedentes, conceptualización y propuesta de abordaje didáctico", *Signos Universitarios*, núm. 54, 2019. doi: <https://p3.usal.edu.ar/index.php/signos/article/view/4940>.
- [8] O. Revelo-Sánchez, C. A. Collazos-Ordóñez, y J. A. Jiménez-Toledo, "El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura", *Tecno Lógicas*, vol. 21, núm. 41, pp. 115–134, 2018. doi: <https://www.redalyc.org/journal/3442/344255038007/html/>.
- [9] I. Ruiz y E. Villar, "Trabajo colaborativo, un desafío desde aulas virtuales: una revisión bibliográfica", *Cienta Latina, Revista Multidisciplinar*, vol. 7, núm. 1, pp. 11172–11188, 2023. doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5329.
- [10] E. Arteaga, "Importancia del trabajo colaborativo en los niños del nivel inicial", Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Tumbes, 2018. Consultado: el 6 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/63496>.
- [11] K. Oyola, "Desarrollo asertivo y aprendizaje colaborativo en niños de 5 años de la I. E. Inicial 656 Pasitos de Jesús, Hualmay – 2022", Tesis de posgrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2023. Consultado: el 7 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7668>
- [12] R. Avello y V. Marín, "La necesaria formación de los docentes en aprendizaje colaborativo", *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, vol. 20, núm. 3, pp. 687–713, 2016, doi: <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54603>.
- [13] J. L. Perea, "Trabajo colaborativo: una estrategia para estimular ambientes escolares pacíficos en primaria", *Educación y Ciencia*, núm. 22, Art. núm. 22, 2019, doi: 10.19053/0120-7105.ecy.2019.22.e10038.
- [14] A. Gálvez y A. J. García, "Estado de la cuestión de la convivencia escolar en el sistema educativo español", *Revista Caribeña de Investigación Educativa*, vol. 6, núm. 1, pp. 15–27, 2022. doi: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/530/5302833002/html/>.
- [15] R. Lino, "La convivencia escolar en los procesos de aprendizaje de los estudiantes de quinto grado de la Escuela de Educación General Básica Franz Warzawa, comuna Cadeate, parroquia Manglaralto, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, período lectivo 2017 – 2018.", Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2018. Consultado: el 7 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4321>
- [16] Subdirección General de Cooperación Territorial e Innovación Educativa, "Convivencia Escolar", SGstie. Consultado: el 7 de julio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/sgctie/convivencia-escolar.html>
- [17] Ministerio de Educación del Ecuador, "Política Nacional de Convivencia Escolar". 2021. [En línea]. Disponible en: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/Politica-Nacional-de-Convivencia-Escolar.pdf>
- [18] Y. Romero, D. Gloria, y Y. Huayta, "La convivencia escolar en estudiantes de nivel inicial. Una revisión sistemática", *IGOVERNANZA*, vol. 4, núm. 15, pp. 279–291, 2021, doi: 10.47865/igob.vol4.2021.138.
- [19] D. Bonozo, J. Merchán, F. Guapi, y I. Toala, "Relaciones interpersonales en la convivencia escolar", *RECIAMUC*, vol. 7, núm. 1, pp. 163–169, 2023, doi: 10.26820/reciamuc/7.(1).enero.2023.163-169.
- [20] MINIEDU de la Provincia de Córdoba, "La convivencia escolar en educación inicial y primaria". 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/2014-Docs/ConvivenciaEscolar_IniPrim-Cuadernillo1.pdf.

LOS AUTORES

Verónica Rocío García Vera, es licenciada. En Ciencias de la Educación mención párvulos. Me desempeño como docente de la Unidad Educativa Picoazá en el área de Inicial. A la fecha de hoy está por terminar mis estudios de Posgrado en la Universidad Técnica de Manabí con la maestría de trayectoria profesional en Educación.



Geilert de la Peña Consuegra, es Licenciado en Educación, tiene una especialización en Biología y es doctor en Ciencias Pedagógicas. También es Docente en la Universidad Técnica de Manabí e investigador independiente.

Factores determinantes de la inasistencia a las citas médicas: un enfoque mixto

Wilson Francisco Zambrano Jiménez
<https://orcid.org/0009-0009-8220-7323>
wilsonzambrano1996@gmail.com
Estudiante Maestría en Salud Pública
Milagro-Ecuador

Divina Monserrate Macías Quiroz
<https://orcid.org/0009-0002-2370-9648>
divinamaciasq97@gmail.com
Estudiante Maestría en Salud Pública
Milagro-Ecuador

Jorge Andrés Fernández Sánchez
<https://orcid.org/0009-0004-4037-8478>
dr_jorgefernandez@aoutlook.com
Medico de Salud ProMedical360
Portoviejo-Ecuador

Shaileen Mariela Zambrano Cevallos
<https://orcid.org/0009-0008-3245-4986>
shaileen-02@aoutlook.com
Medico de Salud ProMedical360
Portoviejo-Ecuador

Recibido (23/03/2024), Aceptado (19/04/2024)

Resumen: Este estudio analiza los factores determinantes de inasistencia a citas médicas a través de un enfoque mixto. Se realizó una encuesta a 200 pacientes y se complementó con entrevistas semiestructuradas para profundizar en las razones detrás del absentismo. Los resultados del análisis de regresión logística mostraron que los problemas de transporte y los largos tiempos de espera para obtener citas son los principales factores que influyen en la inasistencia. Variables como edad, sexo, olvido de la cita, motivos laborales, disgusto con la atención médica, mejora en el estado de salud y nivel de educación no resultaron ser predictores significativos. Las limitaciones del estudio incluyen el tamaño reducido de la muestra y la falta de consideración de los pacientes por tipo de tratamiento. Se propone como futura línea de investigación la ampliación del tamaño de la muestra y la realización de estudios longitudinales para evaluar la efectividad de las intervenciones específicas.

Palabras clave: salud pública, absentismo, paciente, servicios de salud.

Determinant factors of non-attendance to medical Appointments: a mixed-methods approach

Abstract.- This study analyzes the determinant factors of non-attendance to medical appointments through a mixed-methods approach. A survey was conducted with 200 patients, supplemented by semi-structured interviews to delve deeper into the reasons behind absenteeism. The logistic regression analysis results showed that transportation problems and long waiting times for appointments are the main factors influencing non-attendance. Variables such as age, gender, forgetting the appointment, work-related reasons, dissatisfaction with medical care, improvement in health status, and education level were not significant predictors. The study's limitations include the small sample size and the lack of consideration of patients by treatment type. Future research should focus on increasing the sample size and conducting longitudinal studies to evaluate the effectiveness of specific interventions.

Keywords: public health, absenteeism, patient, health services.

I. INTRODUCCIÓN

La inasistencia a citas médicas, comúnmente referida con el anglicismo “no- show” representa un desafío significativo para los sistemas de salud en todo el mundo. Este fenómeno impacta tanto en la eficiencia operativa y la economía de las instituciones de salud, como en la calidad de atención brindada a los pacientes al interrumpir la continuidad de su cuidado y seguimiento médico necesario para el manejo de diversas condiciones de salud. Los hospitales en Dinamarca, por ejemplo, reportan que uno de cada 20 pacientes no asiste a sus citas, ni las cancelan. Como resultado, se pierden más de 50,000 citas de un total anual de aproximadamente 1,1 millones de visitas ambulatorias [1]. Por otro lado, de acuerdo a una investigación reciente, la tasa de ausentismo más alta se presenta en el continente Africano (43,0%), mientras que la más baja se registra en Oceanía (13,2%) [2].

En el caso de Ecuador, el problema de ausentismo en las citas médicas se reconoce únicamente en una investigación del Ministerio de Salud Pública desarrollada en el año 2014, con un nivel de ausentismo que fluctúa entre el 17% y 18% en los meses de julio, agosto y septiembre en las diferentes unidades de salud a nivel nacional [3].

Diversos estudios han identificado múltiples factores que contribuyen a la inasistencia de citas médicas, que pueden ser barreras socioeconómicas, problemas de transporte, olvido, trabajo o problemas de salud imprevistos; así como también influye la poca comunicación que el establecimiento de salud mantiene con el paciente [4], [5], [6], [7]. Por esto, las razones detrás de la falta de asistencia a citas médicas programadas son complejas y, por lo tanto, requieren de un análisis detallado para implementar medidas correctivas que ayuden a minimizar el problema, teniendo en cuenta para ello dos enfoques: uno, centrado en el absentismo con el fin de mejorar las tasas de asistencia y, por otro lado, el estudio completo de acceso a la salud y la demanda del paciente [8].

En el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IEES) de la ciudad de Jipijapa en Ecuador, la inasistencia a citas médicas es una preocupación recurrente que necesita ser abordada para mejorar la calidad de servicios y optimizar el uso de recursos. Así, el objetivo que se planteó en este estudio fue identificar los factores determinantes de la no asistencia a citas médicas en dicho establecimiento de salud. De este modo, se logró cuantificar la magnitud del problema, así como profundizar en las percepciones y experiencias de los pacientes, proporcionando una visión holística de este fenómeno. A su vez, la identificación de estos factores es esencial para diseñar intervenciones específicas que puedan mejorar la tasa de asistencia y, en consecuencia, la calidad de cuidado del paciente.

II. DESARROLLO

A. Impacto de la no asistencia en la calidad del cuidado y eficiencia del sistema de salud

La programación de citas médicas es una actividad transcendental en un hospital, ya que se deben utilizar eficientemente diferentes capitales: tanto humanos como materiales. Uno de los problemas analizados en este trabajo es la inasistencia de un paciente a la consulta médica, lo que disminuye la eficiencia del uso de estos recursos [4].

El absentismo se presenta como una barrera significativa para alcanzar el objetivo de la salud universal, pues resulta en un desperdicio de recursos, tiempo de personal y espacio clínico, que podrían haber sido destinados a la atención de otros pacientes, mientras que la reprogramación de citas supone una sobrecarga en las listas de esperas, dificultando el acceso oportuno a servicios de salud. Un estudio realizado en Colombia muestra que la inasistencia a citas médicas tiene un costo significativo para el sistema de salud de dicho país, disminuyendo la eficacia y calidad del servicio proporcionado. En 2018, se registraron 361,613 citas médicas no atendidas equivalente a un 12,3% de las citas programadas en ese período, resultando una pérdida inmensurable de recursos [9].

Existe un consenso general en la literatura sobre que las inasistencias no ocurren de forma arbitraria y varios estudios han identificado la necesidad de analizar estadísticamente los factores que influyen en su comportamiento para mejorar los procesos asistenciales y amortiguar los efectos de las citas perdidas [2]. Es posible observar dinámicas complejas entre pacientes y proveedores de salud, así como barreras estructurales dentro del mismo sistema de atención. Por lo tanto, para comprender completamente las ausencias, es crucial investigar los procesos cognitivos y decisionales que llevan a los pacientes a faltar a sus citas, como se muestran en los factores de la tabla 1.

Tabla 1. Factores potenciales que afectan la ausencia de pacientes.

Factor	Causa
Problemas relacionados con el paciente:	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de sentido de urgencia y responsabilidad. • Mejora en el estado de salud que provoca salto de citas. • Miedo y ansiedad. • Cuidado de niños. • Barreras de idioma y olvido.
Cuestiones ambientales:	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestiones relacionadas con el transporte. • Indisponibilidad de zonas de parqueo. • Condición climática.
Problemas financieros:	<ul style="list-style-type: none"> • Costo del servicio. • Tipo de seguro y cobertura.
Problemas relacionados con la programación:	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de espera prolongado. • Hora de cita asignada.

Fuente: Tabla adaptada por el autor a partir de Marbough et al. [10].

El ausentismo en citas médicas no es simplemente un fenómeno superficial determinado por factores descriptivos de los pacientes. Más bien, revela una complejidad subyacente que involucra aspectos relacionales y organizativos de los encuentros de atención médica [11]. Al faltar a la cita, los pacientes se están privando del servicio de salud acarreando problemas graves como puede ser la falta de adherencia al tratamiento que conduce a resultados clínicos precarios y al aumento de tasas de morbilidad y mortalidad y al fracaso de las actuaciones médicas [12], [13]. Esta situación conlleva al colapso de los servicios de urgencias, de los centros de atención de segundo y tercer nivel, redundando en el deterioro de la salud del paciente y en el incremento de los costos operacionales [14].

La atención médica periódica es crucial para el manejo efectivo de enfermedades crónicas y para la detección temprana de nuevas condiciones de salud, así, si un paciente no asiste a una cita se pierde la oportunidad de realizar un seguimiento acorde y un ajuste de tratamiento, según sea el caso. En este sentido, la falta de evaluación o la ausencia del paciente pueden provocar un retraso en la detección de la enfermedad, por lo que reducir las tasas de inasistencia puede disminuir los costos y mejorar la calidad de la prestación de atención médica [15].

A. Estrategias para reducir la inasistencia a citas médicas: intervenciones y mejoras prácticas

Es crucial desarrollar e implementar estrategias efectivas para reducir las tasas de inasistencia. Estas estrategias deben ser multifacéticas, de forma que se aborden tanto los factores individuales que llevan al ausentismo en la cita médica, así como elementos sistémicos que podrían estar contribuyendo al problema. Las investigaciones presentadas en ese apartado muestran la variedad de enfoques útiles, que pueden ser llevados a la práctica e implementarse en diversos contextos.

Reducir el nivel de ausentismo a las citas médicas trae beneficios para la propia persona, el centro de salud y otros pacientes en espera. Por lo que es relevante, por un lado, poder identificar causas o características que pueden hacer más propensa una inasistencia, en busca de concentrar los esfuerzos y, por otro lado, identificar qué mensaje puede empujar al paciente a tomar una acción que favorezca, en este caso, su salud y la utilización adecuada de recursos.

La tecnología puede convertirse en un aliado imprescindible para reducir las tasas de inasistencias a citas médicas, como es el caso del Sparta Community Hospital, ubicado en un sector rural de Illinois, Estados Unidos. La tasa promedio de inasistencia fue cercana al 15%, sin embargo, la organización está utilizando tecnología de comunicación proactiva que combina los registros médicos electrónicos con un sistema de comunicación para entregar información y recordatorios médicos pertinentes directamente a los pacientes. Desde la implementación, el hospital ha reducido las tasas de inasistencia del 15% al 9% [16].

La tarifa por no presentarse es una práctica común en la industria aérea, donde a los pasajeros se les cobra una tarifa por no asistir a su vuelo reservado. La industria de la salud también podría considerar adoptar esta práctica aplicando sanciones o incentivos financieros cuando los pacientes faltan o asisten a sus citas reservadas. Además, los proveedores de atención médica pueden adoptar una política de alta para los pacientes que repetidamente no se presentan para obligarlos a desarrollar un buen sentido de responsabilidad [10]. De igual forma, la decisión de imponer sanciones económicas por no presentarse debe tener en cuenta una serie de consideraciones, como el importe de la multa, el tipo de servicio, el establecimiento de un sistema eficaz de cobro de multas, el nivel socioeconómico del paciente y la posibilidad de exacerbar las disparidades en acceso a la atención médica [17].

Los pacientes que no se presentan a las citas ambulatorias programadas son un problema generalizado en toda la medicina. Para hacer frente a esta situación, se ha constatado que realizar llamadas telefónicas personales previo a la cita de pacientes logran reducir significativamente el absentismo del 20,99% al 7,07% [18]. Con respecto a los tiempos de espera, se ha observado que las tasas de inasistencia experimentan un aumento proporcional al tiempo de espera, llegando a un 19,60% para un plazo de 20 días y un 21,40% para un plazo de 30 días [19]. Por lo que este último factor puede ser un predictor importante para la asistencia de pacientes a las citas médicas.

Sensibilizar a los trabajadores sobre la importancia del absentismo del paciente y las repercusiones que tiene para el sistema y la organización es fundamental. Otra de las opciones propuestas, es priorizar el envío de mensajes de citas y recordatorios al segmento de población con mayor porcentaje de ausentismo y socializar con los pacientes sobre políticas de bloqueos de citas, que permitan a la comunidad tener conocimiento respecto a las consecuencias de este fenómeno [17].

Al aumentar la conciencia sobre estos efectos negativos, se puede promover una mayor responsabilidad y diligencia en la gestión de citas, que contribuirá a mejorar la eficiencia del sistema de salud y la calidad del cuidado proporcionado a los pacientes. Predecir y prevenir las citas perdidas mediante modelos de aprendizaje automático puede mejorar potencialmente el acceso a la atención, permitiendo una mejor programación y el uso de sistemas de recordatorio más rigurosos para los pacientes con alto riesgo de no asistir [17]. Al identificar patrones y correlaciones que no son evidentes a simple vista, estos modelos predictivos pueden anticipar con alta precisión qué pacientes tienen mayor probabilidad de no asistir a sus citas programadas.

La implementación de estrategias efectivas permite a las instituciones de salud implementar acciones proactivas que mejorarán la gestión de las citas médicas y contribuirán efectivamente a optimizar la eficiencia operativa y a elevar la calidad del servicio prestado a los pacientes. Cada estrategia aporta su propio conjunto de beneficios, pero es la combinación y adaptación de estas medidas a las necesidades específicas de cada entorno de salud lo que maximiza su efectividad. Al abordar de manera integral y dinámica el problema del ausentismo se pueden optimizar los recursos disponibles, reducir costos operativos, y lo más importante, asegurar que los pacientes reciban la atención continua.

III. METODOLOGÍA

El presente estudio utilizó un enfoque mixto. Es de tipo descriptiva no experimental, y se caracteriza el problema para identificar sus elementos, sus perspectivas y alternativas de solución. Por otra parte, al ser transversal permitió recopilar datos durante un período determinado; en este caso, la asistencia e inasistencia a citas médicas durante el año 2023. Se consideró además exploratorio, ya que en Ecuador existe una escasa cantidad de información sobre la temática abordada.

La población del estudio incluye a todos los pacientes del IEES de la ciudad de Jipijapa que tuvieron citas programadas durante el período señalado. En la muestra se utilizó el método no probabilístico por conveniencia, dado que se trabajó con el número de pacientes que accedieron a participar en el estudio, totalizando 200 participantes. Los datos de asistencia e inasistencia a citas médicas fueron obtenidos a partir del sistema de gestión de citas del hospital. Esta base de datos proporcionó información detallada sobre el número de citas programadas durante el período del 2023.

En lo que respecta al procedimiento, se llevó a cabo una encuesta telefónica a la muestra de pacientes que asistieron y no asistieron a sus citas, explicándoles el propósito de la investigación, asegurándoles que su participación era voluntaria y que los datos recolectados serían anónimos y utilizados exclusivamente con fines investigativos. La encuesta, diseñada para explorar las razones de inasistencia y validada por criterio de expertos, fue administrada durante la llamada telefónica, evitando la recolección de datos personales para garantizar la privacidad y confidencialidad de los participantes. Para investigar en mayor profundidad los motivos y percepciones, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada a una submuestra, con el objetivo de explorar en detalle las razones que subyacen a las respuestas proporcionadas. Los datos cuantitativos se analizaron mediante el programa estadístico SPSS 0,25, utilizando estadística descriptiva para determinar las tasas de absentismo y los patrones asociados. Además, se aplicó el método de regresión logística binaria para identificar los factores que influyen en la probabilidad de inasistencia.

IV. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la encuesta realizada por vía telefónica a la muestra de participantes. La tabla 2 describe las características generales de la población estudiada.

Tabla 2. Características demográficas de los encuestados.

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Edad	18- 25 años	22	11%
	26- 35 años	56	28%
	36- 45 años	60	30%
	46- 55 años	55	27,5%
	56 años o más	7	3,5%
Género	Masculino	100	50%
	Femenino	100	50%
Nivel de educación	No tiene	40	20%
	Primaria	43	21,5%
	Secundaria	59	29,5%
	Superior	58	29%

Nota: se muestra la edad de las personas que están solicitando la cita al IEES.

La muestra es diversa en términos de edad y educación, de forma que proporciona una buena representación de diferentes segmentos de la población que son atendidos en este hospital. La igualdad en la distribución de géneros asegura que las conclusiones del estudio no estén sesgadas por una predominancia de un género sobre otro. La tabla 3 muestra las principales razones por las que cada individuo no pudo acudir a la cita media.

Tabla 3. Razones para la no asistencia a citas médica.

Razón	Frecuencia	Porcentaje
Problemas de transporte	30	32%
Falta de tiempo para asistir a la cita	2	2%
Olvido de la cita	10	11%
Motivos laborales	15	16%
Disgusto en atención médica	1	1%
Mejora en salud	8	9%
Tiempo de espera de las citas	27	29%
Total	93	100%

Los problemas de transporte y la espera prolongada por las citas son las razones más significativas para la no asistencia, lo que sugiere la necesidad de mejorar la accesibilidad y eficacia de los servicios de salud. Los motivos laborales también juegan un papel importante, señalando que es crucial considerar horarios flexibles para las citas médicas. La mejora en salud como razón para la inasistencia sugiere que algunos pacientes pueden cancelar sus citas si sienten que ya no la necesitan, lo que podría indicar una falta de comunicación o seguimiento por parte de los proveedores de salud.

Tabla 4. Resultados de la regresión logística.

Variable	B	Error Estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Edad	-0,085	0,058	2,130	1	0,144	0,919
Sexo (1)	0,215	1,115	0,037	1	0,847	1,240
Problemas de transporte (1)	25,398	6988,569	0,000	1	<0,001	1,072E+11
Falta de tiempo (1)	25,679	22171,727	0,000	1	1,000	1,420E+11
Olvido de la cita (1)	25,731	11089,338	0,000	1	0,998	1,496E+11
Motivos laborales (1)	25,571	9773,330	0,000	1	0,998	1,275E+11
Disgusto con la atención (1)	23,932	4019,018	0,000	1	1,000	2,450E+10
Mejora en estado de salud (1)	25,697	12560,429	0,000	1	0,998	1,441E+11
Tiempo de espera de las citas (1)	25,492	7236,248	22,082	1	<0,001	1,825E+11
Educación (1)	1,310	1,893	0,479	1	0,489	3,708
Educación (2)	1,392	1,550	0,686	1	0,407	4,021
Educación (3)	1,310	1,893	0,479	1	0,489	3,708
Constante	-153,109	50320,697	0,000	1	0,998	0,000

De acuerdo con los resultados del análisis de regresión logística binaria, los problemas de transporte y el tiempo de espera prolongado por las citas fueron identificados como factores significativamente asociados con la inasistencia a citas médicas ($p < 0.001$). El coeficiente B y las razones de momios (Exp(B)) indican que estos factores aumentan enormemente la probabilidad de absentismo.

En cambio, variables como la edad, el sexo, el olvido de la cita, motivos laborales, disgusto con la atención médica, mejora en el estado de salud y nivel de educación no resultaron ser predictores significativos en este modelo. Estos resultados sugieren que, para mejorar la asistencia a las citas médicas, las estrategias deben centrarse en reducir problemas de transporte y minimizar los tiempos de espera para obtener una cita médica, ya que los pacientes debían esperar semanas para ser atendidos, lo que los llevaba a no asistir. La técnica de entrevista aplicada a 20 de los participantes arrojó las siguientes temáticas, las cuales fueron analizadas de manera integral para interpretar las opiniones vertidas por los entrevistados.

Razones para la inasistencia

Los entrevistados mencionaron varias razones para no asistir a sus citas médicas. Los problemas de transporte fueron recurrentes, destacando la falta de transporte público y la distancia considerable al hospital como factores críticos. Algunos pacientes mencionaron haber olvidado su cita y otros detallaron que, en ocasiones, las citas se generaban con largos lapsos de tiempo entre semana, por lo que no asistían. Otros indicaron haber solicitado una cita por problemas de salud, pero al sentirse mejor decidieron no ir.

Experiencia con la Atención Médica

La calidad de la atención médica recibida en el hospital varió entre los entrevistados. Muchos expresaron satisfacción con el trato y la profesionalidad del personal médico, destacando aspectos positivos como atención personalizada y el cuidado recibido. Sin embargo, también se mencionaron experiencias negativas, como tiempos de espera largos y la percepción de un trato impersonal en algunos casos.

Mejoras en el servicio

Los entrevistados sugirieron varias mejoras para aumentar la asistencia a citas médicas. Entre las propuestas destacadas se incluyeron la reducción de tiempo de espera, el establecimiento de recordatorios de citas mediante mensajes de texto o llamadas telefónicas y la implementación de horarios de atención flexibles, en los que se considere las necesidades laborales de los pacientes. La adaptación de estas medidas podría facilitar el acceso a servicios de salud de calidad y aumentar la satisfacción de los pacientes.

Motivaciones para asistir a las citas

Para asegurar la asistencia a citas médicas, los entrevistados señalaron la importancia de recibir recordatorios constantes y oportunos. Además, sugirieron la necesidad de mejorar la comunicación entre el hospital y los pacientes, asegurando que los pacientes comprendan la importancia de sus citas médicas y lo menester de seguirlas adecuadamente.

Según estos resultados, se considera que el estudio aporta evidencia significativa sobre los factores que influyen en el absentismo a citas médicas en el Hospital del IEES de la ciudad de Jipijapa, alineándose y expandiendo hallazgos de investigaciones previas. Partiendo de la idea de que aquellas causas de ausencia a las citas médicas podrían ser evitables, pudiéndose corregir o al menos reducirse [5]. Se identificaron así problemas de transporte [2], [6] y tiempo de espera prolongados entre las citas [19], lo cual es consistente con estudios de diversas regiones y contextos. Los tiempos de espera prolongados, es decir, el tiempo entre la cita programada y la cita real hace que los pacientes sean sensibles a los retrasos, por lo que cualquier plazo superior a dos semanas puede causar significativamente la probabilidad de no asistir a una cita [8], [10].

En un estudio realizado en un entorno local, se encontró que la fecha en la que se programa una cita médica tiene un impacto significativo en el nivel de ausentismo de los pacientes. Dicho ausentismo suele estar relacionado con las largas listas de citas médicas generadas por los sistemas de salud [3]. Por lo tanto, programar citas en fechas cercanas aumenta la probabilidad de que los pacientes asistan a su consulta.

Otra de las causas por las cuales los pacientes no asisten a sus citas médicas es el olvido (12,9%) o incluso desconocen de su cita (16,1%), por lo que es importante que se tenga contacto con el paciente, así como sensibilizar a los mismos para que asistan, o caso contrario, logren cancelarla [17]. A partir de este diagnóstico, es propicio llevar a cabo la implementación de recordatorios de citas o políticas de bloqueos que reduzcan las tasas de inasistencias [19]. Los factores climáticos también afectan en la decisión de asistir o no asistir a las citas, cabe destacar que en este estudio se consideró esta variable, sin embargo, no obtuvo resultados significativos. En el estudio llevado a cabo por Curry et al [7] se observó que los pacientes mostraban una mayor propensión a faltar a sus citas en días con temperaturas frías (14°C a 36°C), comparado con los días más cálidos (69°C a 89°C), en los cuales se registraron menos ausencias.

Definir un perfil para los incumplidores, analizar los factores que influyen en dicho incumplimiento y revisar las medidas para su control ayudaría a mejorar la morbimortalidad de estos pacientes y la eficiencia del sistema [13]. En el contexto del IEES de la ciudad de Jipijapa, la aplicación de estas estrategias y el reconocimiento de factores y estrategias pueden ser altamente beneficiosas, más aún en caso de combinarlas con intervenciones tecnológicas avanzadas como se observó en el reporte de la Asociación de Hospitales de Estados Unidos [16].

La mayoría de los estudios utilizan modelos de regresión para predecir el incumplimiento de la citas, lo que permite diseñar nuevas intervenciones para mejorar los procesos de programación y otras políticas y prácticas para un acceso mejor y más oportuno a la atención médica [20]. Sin embargo, las intervenciones efectivas requieren un enfoque cualitativo y datos etnográficos sólidos para complementar la descripción y categorización de las ausencias en los hospitales. Obtener un conocimiento integral sobre las causas de las citas perdidas de los pacientes producirá beneficios prácticos y mejorará la seguridad, la coherencia y la calidad del tratamiento en la atención sanitaria [11]. Por lo tanto, es crucial no solo tener un registro numérico de las ausencias en las citas médicas, sino que es necesario analizar y comprender a fondo los diversos factores que pueden influir en la asistencia o no asistencia de un paciente a su cita.

CONCLUSIONES

El fenómeno de inasistencia a citas médicas en el IEES de la ciudad de Jipijapa representa un desafío multifacético que requiere una respuesta igualmente compleja y matizada. Este estudio aporta evidencia sobre los factores que influyen en el absentismo en un contexto ecuatoriano, donde la literatura sobre este tema es escasa.

Los hallazgos sugieren que los problemas de transporte y los largos tiempos de espera para obtener citas son los principales determinantes de inasistencia. Esto pone de manifiesto la necesidad de abordar no solo los aspectos internos del sistema de salud, sino también las barreras estructurales y socioeconómicas que enfrentan los pacientes.

La combinación de métodos cuantitativos y cualitativos empleada en este estudio ha permitido obtener una comprensión más profunda y matizada del problema. Mientras que el análisis estadístico identificó los factores más significativos, las entrevistas proporcionaron perspectivas valiosas sobre las experiencias y percepciones de los pacientes, revelando la complejidad de las decisiones que llevan a la inasistencia.

Es importante destacar que, contrariamente a algunas suposiciones comunes, factores como la edad, el género o el nivel educativo no resultaron ser predictores significativos de inasistencia. Esto sugiere que las intervenciones deben dirigirse a mejorar la accesibilidad y eficiencia del sistema de salud en general, en lugar de enfocarse en grupos demográficos específicos. De modo que deben implementarse estrategias integrales que aborden aspectos logísticos como comunicacionales.

Dado que los factores que influyen en la inasistencia pueden variar según el contexto geográfico y sociocultural, es crucial desarrollar una base de evidencia más amplia y específica para Ecuador. Esto permitirá diseñar intervenciones más efectivas y adaptadas a las realidades locales, mejorando así la eficiencia del sistema de salud y, en última instancia, la salud de la población.

REFERENCIAS

- [1] F. Pedersen y M. Nielsen, "Los pacientes no acuden a 50.000 citas en un solo hospital", Berlingske.dk. [En línea]. Disponible en: <https://www.berlingske.dk/content/item/141710>
- [2] L. Dantas, J. Fleck, F. Cyrino, y S. Hamacher, "No-shows in appointment scheduling – a systematic literature review", *Health Policy*, vol. 122, núm. 4, pp. 412–421, 2018, doi: 10.1016/j.healthpol.2018.02.002.
- [3] N. Arcentales y E. Chachapoya, "Factores que influyen en el Ausentismo de las citas médicas en consulta externa del Hospital General Docente de Calderón", Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>
- [4] C. Valenzuela, F. H. Troncoso, y G. Latorre, "Predicción del ausentismo en citas médicas mediante Machine Learning", *Universidad, Ciencia y Tecnología*, vol. 27, núm. 120, pp. 19–30, 2023, doi: 10.47460/uct.v27i120.728.
- [5] P. Mora y Y. Chacón, "Factores asociados al ausentismo en la consulta nutricional de la Clínica de Nutrición de la Universidad Hispanoamericana. San José, Costa Rica", *Rev Hisp Cienc Salud*, vol. 5, núm. 4, pp. 127–135, 2019, doi: <https://www.uhsalud.com/index.php/revhispano/article/view/409>.
- [6] R. Samuels et al., "Missed Appointments: Factors Contributing to High No-Show Rates in an Urban Pediatrics Primary Care Clinic", *Clin Pediatr (Phila)*, vol. 54, núm. 10, pp. 976–982, 2015, doi: 10.1177/0009922815570613.
- [7] E. Curry et al., "An Evaluation of Risk Factors for Patient 'No Shows' at an Urban Joint Arthroplasty Clinic", *J Am Acad Orthop Surg*, vol. 28, núm. 22, pp. e1006–e1013, 2020, doi: 10.5435/JAAOS-D-19-00550.
- [8] M. Jabalera, J. Morales, y F. Rivas, "Factores determinantes y coste económico del absentismo de pacientes en consultas externas de la Agencia Sanitaria Costa del Sol", *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, vol. 38, núm. 2, pp. 235–245, 2015, doi: 10.4321/S1137-66272015000200007.
- [9] E. Navarro, N. García, Ó. Gelves, y W. Arteaga, "Application of the experimental design for the analysis of nonattendance to scheduled medical appointments in the Colombian Health System", *Dyna*, vol. 89, núm. 220, pp. 130–138, 2022.
- [10] D. Marbough et al., "Evaluating the Impact of Patient No-Shows on Service Quality", *Risk Manag Healthc Policy*, vol. 13, pp. 509–517, 2020, doi: 10.2147/RMHP.S232114.
- [11] D. Schwalbe, M. Sodemann, M. Iachina, B. M. Nørgård, N. H. Chodkiewicz, y J. Ammentorp, "Causes of Patient Nonattendance at Medical Appointments: Protocol for a Mixed Methods Study", *JMIR Res Protoc*, vol. 12, p. e46227, 2023, doi: 10.2196/46227.
- [12] S. García, "Factores de riesgo de no adherencia al tratamiento en pacientes mayores de un núcleo rural", *Revista de la OFIL*, vol. 30, núm. 2, pp. 115–120, 2020, doi: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1699-714X2020000200115&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- [13] M. Pastor, F. J. Gómez, M. Sánchez, y C. I. Pérez, "Incumplimiento de los pacientes con las citas en atención primaria", *Rev Calidad Asistencial*, vol. 32, núm. 4, pp. 240–241, 2017, doi: 10.1016/j.cali.2016.10.001.
- [14] F. Valbuena y P. Miranda, "Análisis del ausentismo de pacientes a citas médicas programadas en una IPS de Plan Complementario durante el primer trimestre del 2019", presentado en 1er. Encuentro Interinstitucional de Semilleros de Investigación, Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB, 2019, pp. 62–74. [En línea]. Disponible en: <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/11931>
- [15] P. Kheirkhah, Q. Feng, L. Travis, S. Tavakoli, y A. Sharafkhaneh, "Prevalence, predictors and economic consequences of no-shows", *BMC Health Services Research*, vol. 16, núm. 1, p. 13, 2016, doi: 10.1186/s12913-015-1243-z.
- [16] American Hospital Association, "Hospital rural reduce las ausencias gracias a un aumento en la participación de los pacientes". [En línea]. Disponible en: <https://www.aha.org/aha-center-health-innovation-market-scan/2024-04-30-rural-hospital-reduces-no-shows-boost-patient-engagement>.

- [17] G. Leibner, S. Brammli, J. Mendlovic, y A. Israeli, "To charge or not to charge: reducing patient no-show", *Isr J Health Policy Res*, vol. 12, núm. 1, p. 27, 2023, doi: 10.1186/s13584-023-00575-8.
- [18] M. J. Drabkin et al., "Telephone reminders reduce no-shows: A quality initiative at a breast imaging center", *Clinical Imaging*, vol. 54, pp. 108–111, 2019, doi: 10.1016/j.clinimag.2018.12.007.
- [19] T. Shaw, J. Metras, Z. A. L. Ting, E. Courtney, S.-T. Li, y J. Ngeow, "Impact of Appointment Waiting Time on Attendance Rates at a Clinical Cancer Genetics Service", *J Genet Couns*, vol. 27, núm. 6, pp. 1473–1481, 2018, doi: 10.1007/s10897-018-0259-z.
- [20] I. Mohammadi, H. Wu, A. Turkcan, T. Toscos, y B. N. Doebbeling, "Data Analytics and Modeling for Appointment No-show in Community Health Centers", *J Prim Care Community Health*, vol. 9, p. 2150132718811692, 2018, doi: 10.1177/2150132718811692.

LOS AUTORES



Wilson Francisco Zambrano Jiménez, Médico Cirujano, graduado de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí. Formación centrada en la atención médica y la ética profesional. Estudiante de Maestría en Salud Pública con Mención en Atención Primaria de Salud en la Universidad Estatal de Milagro. Investigador independiente.



Divina Monserrate Macías Quiroz, Médico Cirujano graduado en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, estudiantes de Maestría en Salud Pública con Mención en Atención Primaria de Salud en la Universidad Estatal de Milagro. Investigador independiente.



Jorge Andrés Fernández Sánchez, médico cirujano, titulado en la Universidad Técnica de Manabí, actualmente egresado de la Especialidad de Salud Ocupacional de la PUCE. Médico en el puesto de Salud ProMedical 360. Investigador independiente.



Shaileen Mariela Zambrano Cevallos, Doctora en medicina y cirugía egresada de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, con participaciones de voluntariado en asociación EX AEQUO en España; médico en el puesto de Salud ProMedical360. Investigadora independiente.

Estudio y simulación de la coordinación de protecciones eléctricas

Luis Franklin Casa Chancusig
<https://orcid.org/0009-0000-3549-976X>
luis.casa0893@utc.edu.ec
Aglomerados Cotopaxi S.A.
Cotopaxi, Latacunga

José Efrén Barbosa Galarza
<https://orcid.org/0009-0009-4706-4697>
jose.barbosa@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi
Cotopaxi, Latacunga

Carlos Iván Quinatoa Caiza
<https://orcid.org/0000-0001-6369-7480>
carlos.quinatoa7864@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi
Cotopaxi, Latacunga

Recibido (24/05/2024), Aceptado (19/06/2024)

Resumen: En este trabajo se analizó la coordinación de protecciones de un sistema eléctrico. Para ello se utilizó el software ETAP que permite realizar el modelado de cada elemento a partir del diagrama unifilar del sistema eléctrico. Se definen las condiciones iniciales asociadas al nivel de carga de los elementos y de las líneas como consecuencia de la presencia de cargas a valores nominales. A continuación, se desarrolla un análisis de fallas, para posteriormente realizar un estudio de coordinación de protecciones, definiendo escenarios de fallas en diferentes barras del sistema, así, las características de desempeño de las protecciones. Finalmente, se realiza un análisis técnico-económico, considerando datos históricos de consumo de energía por parte de la planta industrial.

Palabras clave: sistema eléctrico, coordinación de protecciones, fallas eléctricas.

Determinant factors of non-attendance to medical Appointments: a mixed-methods approach

Abstract.- In this study analyzed the protection coordination within an electrical system. The ETAP software was utilized to model each element based on the system's single-line diagram. Initial conditions are defined by considering the load levels of the elements and lines, corresponding to the presence of loads at nominal values. Subsequently, a fault analysis is carried out, followed by a protection coordination study, which defines fault scenarios across various busbars in the system and examines the performance characteristics of the protective devices. Finally, a techno-economic analysis was conducted incorporating historical data on the industrial plant's energy consumption.

Keywords: electrical system, coordination of protections, electrical failures.

I. INTRODUCCIÓN

En los sistemas eléctricos de potencia, la coordinación de protecciones es uno de los puntos esenciales para mantener un servicio continuo y minimizar los tiempos de reconexión ante la presencia de fallas, cortocircuitos en el sistema eléctrico, perturbaciones, problemas de frecuencias y otros. Lo que garantiza la protección de sus componentes eléctricos y la seguridad de las personas que operan el sistema. Para llevar a cabo estas funciones, resulta necesario un correcto levantamiento de información sobre las cargas y los instrumentos de protección y los ajustes adecuados del sistema eléctrico industrial [1].

Resulta crucial considerar la integración de tecnologías avanzadas en la coordinación de protecciones. La implementación de redes inteligentes (smart grids) y dispositivos de medición avanzados (AMDs) permite una supervisión y control en tiempo real del sistema eléctrico [2]. Estas tecnologías proporcionan datos precisos y actualizados que facilitan la toma de decisiones informadas y la optimización de la configuración de las protecciones. Por otro lado, la ciberseguridad también juega un papel fundamental en la coordinación de protecciones en sistemas eléctricos modernos. Con el aumento de la digitalización y la conectividad, los sistemas eléctricos son vulnerables a ataques cibernéticos que pueden comprometer la seguridad y la estabilidad del sistema. Implementar medidas robustas de ciberseguridad garantiza que los dispositivos de protección y los sistemas de control no sean vulnerables a interferencias externas.

Además, la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo es clave para la eficacia de la coordinación de protecciones. Los dispositivos de protección deben ser inspeccionados y mantenidos regularmente para asegurar su correcto funcionamiento [3]. El uso de técnicas de mantenimiento predictivo, como el análisis de datos y la monitorización de condiciones, puede anticipar fallos antes de que ocurran, permitiendo intervenciones proactivas y reduciendo el riesgo de interrupciones inesperadas. A esto se suma, la importancia de la normativa y cumplimiento regulatorio, que son aspectos cruciales en la coordinación de protecciones. Por tanto, cumplir con las normas y regulaciones establecidas por los organismos de control asegura que el sistema eléctrico opere dentro de los parámetros de seguridad y eficiencia requeridos. La adopción de estándares internacionales, como los de la IEEE y la IEC, proporciona un marco sólido para la configuración y operación de los sistemas de protección.

Con estas premisas, en este trabajo, se realizó una simulación sobre la coordinación de protecciones en sistemas eléctricos de potencia industrial para asegurar una operación segura, eficiente y continua del sistema eléctrico, protegiendo tanto los componentes técnicos como a las personas involucradas. Una correcta selectividad de equipos y coordinación de protecciones minimizará los cortes de energía eléctrica en forma global manteniendo un servicio continuo a otras cargas, las simulaciones con software del sistema eléctrico permitirán encontrar los valores de ajustes óptimos para los equipos de protección.

II. DESARROLLO

Una falla se entiende como un cambio en el comportamiento de uno de los componentes del sistema o una perturbación no establecida en alguna de las propiedades o parámetros característicos, de forma que no se logre satisfacer la función para la cual se haya diseñado [4].

La identificación de interrupciones en la red eléctrica puede realizarse bajo ciertos criterios. En primer lugar, es necesario determinar la fecha y hora del evento [4], [5]. Es fundamental identificar el posible origen de la falla, ya sea interno o externo, y ubicar la falla junto con las partes del sistema afectadas. Además, se deben identificar las causas de los eventos de falla y los equipos que han quedado fuera de servicio. Es igualmente importante cuantificar el número de consumidores afectados y la energía no suministrada. De esta manera, se debe establecer la fecha y hora de solución del evento para evaluar la efectividad de la respuesta y la recuperación del servicio.

A. Registro y clasificación de Interrupciones en la red eléctrica

Los posibles eventos e interrupciones en la red eléctrica se pueden clasificar de acuerdo con varios criterios. En cuanto a la duración, las interrupciones pueden ser instantáneas, con una duración menor o igual a tres minutos, o de larga duración, cuando exceden los tres minutos. Según su origen, pueden ser externos al sistema de distribución, involucrando al distribuidor externo, el sistema de transmisión, el sistema de generación, restricciones de carga o baja frecuencia [6]. También pueden ser internos al sistema de distribución, diferenciándose entre eventos programados y no programados.

Las causas de las interrupciones también permiten una clasificación. Los eventos programados pueden deberse a actividades de mantenimiento, ampliaciones o maniobras. Los eventos no programados, que son imprevistos, aleatorios o forzados, pueden ser causados por factores climáticos, ambientales o problemas en las redes de alto, medio o bajo voltaje. De tal manera que, las interrupciones pueden clasificarse según el voltaje nominal afectado, dividiéndose en bajo voltaje, medio voltaje y alto voltaje [7]. Esta clasificación ayuda a identificar y gestionar de manera efectiva las interrupciones en la red eléctrica, mejorando la respuesta y mitigación de los impactos.

B. Tipos de Fallas en Sistemas Eléctricos de Potencia

En los sistemas eléctricos de potencia, los eventos de falla más comunes son los cortocircuitos, los cuales están relacionados con sobrecorrientes, desbalances de voltaje o ambas causas [8]. Según datos estadísticos, cerca del 85% de las fallas son de tipo monofásicas a tierra, el 5% están relacionadas con fallas que involucran más de una fase, y el 10% restante son de tipo mecánicas. Dentro del análisis de fallas, uno de los casos particulares es la ocurrencia de dos o más fallas simultáneas, las cuales son producto de descargas atmosféricas o de eventualidades debido a la mala maniobra de equipos por parte de los operadores.

Las fallas monofásicas involucran la intervención de una línea y tierra. Estas pueden ser ocasionadas por descargas atmosféricas o contacto entre líneas (Línea-Tierra). Las fallas bifásicas, por otro lado, ocurren debido a la intervención de dos líneas o dos líneas y tierra. Las fallas trifásicas son causadas por la falla en tres líneas o tres líneas y tierra. Además, existen las definiciones de fallas simétricas y fallas asimétricas. Las fallas asimétricas involucran dos líneas, dos líneas y tierra, o una de las líneas y tierra. En contraste, las fallas simétricas, aunque menos frecuentes, intervienen las tres líneas y/o tierra [9].

Estas categorizaciones permiten una mejor comprensión y gestión de las diversas fallas que pueden presentarse en los sistemas eléctricos de potencia (Tabla 1), contribuyendo a una respuesta más efectiva y a la mitigación de los impactos en el servicio eléctrico.

Tabla 1. Clasificación general de fallas eléctricas.

TIPO		FASES			
		A	B	C	T
ASIMÉTRICAS	Monofásica	X			X
			X		X
				X	X
	Bifásica	X	X		
			X	X	
		X		X	
Bifásica a Tierra	X	X		X	
		X	X	X	
	X		X	X	
SIMÉTRICAS	Trifásica	X	X	X	
	Trifásica a Tierra	X	X	X	X

Fuente: [15].

C. Norma IEC 60909

La norma IEC 60909, publicada por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) [10], trata sobre el cálculo de corrientes de cortocircuito en sistemas eléctricos de corriente alterna. Esta norma proporciona métodos y directrices para calcular las corrientes de cortocircuito en diferentes condiciones de falla dentro de los sistemas de energía eléctrica, tales como fallas trifásicas, bifásicas y monofásicas.

Aspectos clave de la norma IEC 60909

- **Métodos de Cálculo:** La IEC 60909 establece métodos precisos para calcular las corrientes de cortocircuito simétricas y asimétricas en redes de corriente alterna. Los cálculos tienen en cuenta diferentes configuraciones de red y condiciones de operación, incluyendo generadores, transformadores, líneas, cables y cargas.
- **Condiciones de Falla:** La norma considera diferentes tipos de fallas, tales como cortocircuitos trifásicos, bifásicos y monofásicos a tierra. Proporciona fórmulas y procedimientos específicos para cada tipo de falla.
- **Parámetros de Red:** La norma detalla cómo deben obtenerse y utilizarse los parámetros de la red eléctrica, incluyendo la impedancia de los componentes del sistema, las contribuciones de generadores y motores, y la influencia de la topología de la red.
- **Factores de Corrección:** La IEC 60909 introduce factores de corrección para tener en cuenta variaciones en la impedancia y otras condiciones que puedan afectar la precisión de los cálculos de corriente de cortocircuito.
- **Aplicaciones Prácticas:** La norma es utilizada por ingenieros de sistemas eléctricos para diseñar y analizar la protección del sistema eléctrico, asegurando que los dispositivos de protección, como interruptores automáticos y relés, estén correctamente dimensionados para manejar las corrientes de falla previstas.
- **Simulación y Modelado:** Aunque la norma proporciona métodos manuales de cálculo, también es común el uso de software de simulación que implementa los algoritmos especificados en la IEC 60909, permitiendo análisis más rápidos y precisos.

Beneficios de la norma IEC 60909

- **Seguridad y Fiabilidad:** Al proporcionar un método estandarizado para calcular corrientes de cortocircuito, la norma IEC 60909 contribuye a la seguridad y fiabilidad de los sistemas eléctricos, minimizando el riesgo de fallas catastróficas.
- **Diseño Optimizado:** Ayuda a los ingenieros a diseñar sistemas de protección que respondan de manera adecuada a las condiciones de cortocircuito, asegurando una interrupción mínima del servicio.
- **Compatibilidad Internacional:** Como estándar internacional, la IEC 60909 facilita la compatibilidad y consistencia en el diseño y operación de sistemas eléctricos en diferentes países y regiones.

D. Estructura de un Sistema de Protección

En la fig. 1 se muestra el sistema de protección dividido en dos partes principales: la Protección Primaria y la Protección de Respaldo. Cada una de estas partes tiene sus propias características, por un lado, la Protección Primaria se caracteriza por su actuación instantánea y su capacidad para aislar la falla de manera rápida. Por otro lado, la Protección de Respaldo opera en caso de que la protección primaria no funcione, con un tiempo de retardo y componentes independientes para asegurar su actuación [11].

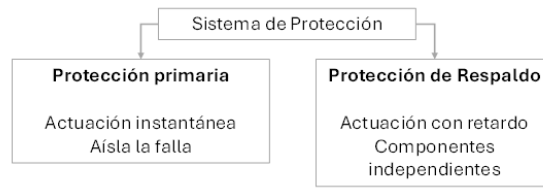


Fig. 1. Estructura de un sistema de protección.

III. METODOLOGÍA

El presente trabajo tiene un enfoque cuantitativo y busca evaluar los ajustes de protección del sistema eléctricos según su tipología interna (distribución de cargas), y realizar un análisis de datos respectivo. Además, se trata de una investigación explicativa, con una muestra compuesta por cada alimentador del Sistema Eléctrico en la planta industrial Aglomerados Cotopaxi, los cuales son simulados independientemente para su evaluación. Se utilizó la técnica de modelamiento y simulación del comportamiento de los datos a través del uso del software de sistemas eléctricos. Para ello se consideró el software Electrical Transient and Analysis Program ETAP con sus módulos para cálculo de flujo de potencia, corriente de corto circuito y coordinación de protecciones. Para el procesamiento y análisis de datos, se utilizó la estadística descriptiva, mediante el software, programa ETAP, Excel, para el análisis de los datos de coordinación y confiabilidad del sistema.

Se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones técnicas:

- Modelamiento de los alimentadores del sistema eléctrico en el software especializado, en escenarios para su evaluación.
- Cálculo de flujo de carga (método de Newton Raphson, incluido en el software).
- Cálculo de corriente de cortocircuito en diferentes puntos.
- Análisis de coordinación de protección según la distribución de cargas.

En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo necesario para la ejecución del modelo.

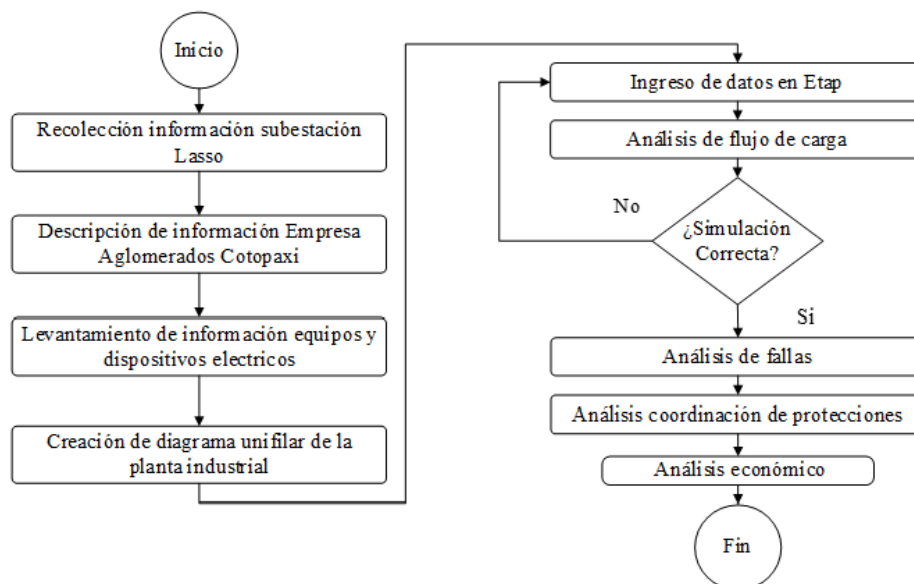


Fig. 2. Diagrama de funcionamiento del modelo.

IV. RESULTADOS

A. Suministro de energía

La subestación Lasso cuenta con un nivel de voltaje de entrada 69KV y salida 13,8KV, potencia de cortocircuito 280,37 MVA_{sc} 11,73kA_{sc} Trifásico, dispone de un transformador T1_20MVA con cinco salidas, cuya área de concesión pertenece a la empresa eléctrica de Cotopaxi ELEPCO S.A. La salida 5 del transformador alimenta a la planta industrial Aglomerados Cotopaxi, cuyas características se detallan en la Tabla 3.

Tabla 2. Datos transformador subestación Lasso.

Transformador subestación						
Transformador	Voltaje primario kV	Voltaje secundario kV	Potencia nominal	Grupo de conexión	Z%	Δv - tap
T1 Lasso	69	13.8	20	Dyn1	7.13%	+/- x 2.5%-3

A. Transformadores y equipos eléctricos

La planta tiene una demanda máxima de 5,4MW diarios, tiene además un sistema eléctrico de alimentación en medio voltaje a 13,8kV desde la subestación Lasso, y una potencia instalada de 9,75MVA. El suministro de energía eléctrica hacia la planta industrial Aglomerados Cotopaxi se encuentra instalado mediante líneas áreas en medio voltaje 13,8kV con conductor desnudo de aluminio tipo ACSR # 4/0 AWG para las tres fases y con conductor desnudo de aluminio tipo ACSR # 2/0 AWG para el neutro, hasta llegar a un conmutador manual de alta tensión del cual se deriva dos salida áreas con conductor desnudo de aluminio tipo ACSR # 3/0 AWG para las fases y neutros hasta llegar a los cuartos de transformadores.

Los tramos finales a los cuartos de transformadores se encuentran instalados mediante líneas subterráneas con nivel de voltaje 13,8kV con conductor CEAT GENERAL 1996 XLPE MV 90°C 25KV100% 2AWG para las tres fases y conductor desnudo de cobre 2AWG para la tierra. Los transformadores existentes en la planta industrial operativo de medio a bajo voltaje: 2000kVA, 1500kVA, 2500kVA, 2000kVA, 1000kVA, 750kVA. Por otra parte, los relés de protección digital de sobreintensidad y protección de sobrecarga ubicados en la salida 5 de la subestación Lasso son del tipo SIEMENS 7SJ600 50/51 2X150/5A CL. 5P20 15 VA, ION 7650 TC-L5 2X150/5A CL. 0,5 F55 20 VA. Así mismo, se trató de interruptores de baja tensión ubicados aguas abajo de los transformadores en baja tensión.

B. Simulación del Diagrama Unifilar

En esta etapa se realiza inicialmente la modelación del sistema eléctrico en el software ETAP en base al diagrama unifilar de la empresa. En este sentido, se propone inicialmente el cálculo de flujo de potencia para definir los estados de carga del sistema. Posteriormente, luego de una validación del modelo se procede a la ejecución del cálculo de fallas de cortocircuito en las barras, de forma que se pueda identificar inicialmente los puntos críticos del sistema y además de la correcta operación de la coordinación de protecciones. La tabla 4 muestra los datos técnicos de los transformadores de dos devanados utilizados en la investigación.

Tabla 3. Resultados de la regresión logística.

Transformador		Clase					Ajuste	Cambio de fase	
ID	Fase	MVA	Prim. kV	Sec. kV	% Z1	X1/R1	% Z	Tipo	Angulo
T1_1000kVA	Trifásico	1000	13,800	0.440	5.75	5.79	5.7500	Dyn	0,000
T2_1500kVA		1.500		0.440		7.10			
T3_2500kVA		2.500		6.300		10.67			
T5_2000kVA		2.000		0.440		7.10			
T6_750kVA		0.750		0.440		3.96			

A. Estudio de Coordinación de Protecciones

En esta tercera etapa se procede a realizar los diferentes estudios necesarios para la coordinación de protecciones en base a los análisis anteriores, de forma que se definan aspectos como de la operación de los diferentes elementos de protección del sistema.

En la Tabla 5 se puede observar que el fallo trifásico en la barra indica contribuciones de diferentes barras a la barra destino, que es Bus3. En el primer ciclo y medio (1/2 ciclo), Bus3 muestra una contribución significativa con una corriente simétrica de magnitud de 10,254 kA, con componentes reales e imaginarios de 2,967 kA y -9,815 kA respectivamente, resultando en una relación imaginario/real de 3,3. Comparativamente, Bus2 contribuye con una corriente simétrica de 9,896 kA y una relación imaginaria/real de 3,2, lo que sugiere una alta magnitud de corriente similar a Bus3 pero ligeramente inferior. Bus4 y Bus37 presentan contribuciones insignificantes en este ciclo, con magnitudes de corriente simétrica de 0,365 kA y 0,000 kA respectivamente, y con valores extremadamente altos de la relación imaginario/real debido a la baja corriente real.

Tabla 4. Resultados de falla trifásica para la barra 3.

Fallo trifásico en barra											
Contribución		1/2 Ciclo					1,5 a 4 Ciclo				
Barra origen ID	Barra destino ID	% V Barra origen	kA Real	kA Imaginario	Imag./Real	kA Symm. Magnitud	% V Barra origen	kA Real	kA Imaginario	Imag./Real	kA Symm. Magnitud
Bus3	Total	0,00	2,967	-9,815	3,3	10,254	0,00	2,946	-9,684	3,3	10,122
Bus2	Bus3	18,30	2,933	-9,452	3,2	9,896	18,30	2,933	-9,452	3,2	9,896
Bus4	Bus3	0,29	0,033	-0,364	10,9	0,365	0,18	0,013	-0,232	18,5	0,232
Bus37	Bus3	0,00	0,000	0,000	999,9	0,000	0,00	0,000	0,000	999,9	0,000

Entre los ciclos 1,5 a 4, las contribuciones siguen una tendencia similar, aunque con ligeras disminuciones en la magnitud de las corrientes simétricas. Bus3 nuevamente tiene una alta contribución con 10,122 kA, y Bus2 mantiene su contribución con 9,896 kA, mostrando consistencia en sus valores. Bus4 presenta una disminución en la magnitud de la corriente simétrica a 0,232 kA y una relación imaginaria/real elevada a 18,5, lo que indica una mayor predominancia de la componente imaginaria en la corriente. La contribución de Bus37 sigue siendo nula. Estas observaciones indican que, en términos de estabilidad y robustez del sistema, Bus3 y Bus2 son los principales contribuidores en ambos periodos, con Bus4 y Bus37 siendo de menor relevancia.

En términos de voltaje en la barra origen, tanto Bus3 como Bus2 comienzan con un voltaje del 0% en la barra origen, lo que sugiere una caída total del voltaje durante el fallo. Bus4 muestra una ligera variación con un voltaje del 0,29% al inicio y 0,18% después del primer ciclo y medio, indicando una pequeña contribución de voltaje durante el fallo. En resumen, Bus3 y Bus2 son los elementos críticos para considerar durante un fallo trifásico en la barra debido a sus altas contribuciones de corriente, mientras que las contribuciones de Bus4 y Bus37 son mínimas y prácticamente insignificantes para la estabilidad y manejo del sistema durante el evento de fallo.

Además, el fallo de línea a línea mostró la contribución de diferentes barras a la barra destino ID, Bus3, en términos de voltaje y corriente. En términos de voltaje, tanto Bus3 como Bus4 mantuvieron casi el 100% del voltaje en la fase Va (99,88%), lo que indica una mínima caída de voltaje en esa fase. Sin embargo, en las fases Vb y Vc, hubo una caída significativa del voltaje, con magnitudes alrededor del 50% y ángulos de -180 grados, lo que es típico de un fallo de línea a línea. La diferencia en los ángulos de las fases es una indicación clara del tipo de fallo y su impacto en el sistema.

En cuanto a la corriente, la contribución más significativa proviene de Bus3 y Bus2, con corrientes en las fases Ib e Ic de aproximadamente 8,890 kA y 8,569 kA, respectivamente. Las corrientes de secuencia positiva (I1) y negativa (I2) para Bus3 son iguales, 5,133 kA, lo que indica un fallo simétrico. Por otro lado, Bus2 muestra corrientes de secuencia ligeramente diferentes, 4,954 kA (I1) y 4,942 kA (I2), lo que sugiere una pequeña asimetría en el fallo. Bus4 presenta una contribución menor, con corrientes de secuencia de 0,183 kA (I1) y 0,194 kA (I2), lo que indica una participación mínima en el evento de fallo.

Bus37 no muestra contribuciones de corriente significativas en ninguna de las fases ni en las corrientes de secuencia, indicando que esta barra no es un factor relevante en el evento de fallo. En resumen, los datos sugieren que Bus3 y Bus2 son las barras principales afectadas y contribuyentes en el fallo de línea a línea en Bus3, mientras que Bus4 y Bus37 tienen una influencia mínima. La simetría en las corrientes de secuencia para Bus3 y la ligera asimetría en Bus2 reflejan la naturaleza y el impacto del fallo, proporcionando una visión clara de cómo el sistema maneja y distribuye las corrientes durante el evento.

También se pudo observar que el mayor aporte de la corriente de cortocircuito se da en la barra 3 con un valor aproximado de 8,89 kA en las fases b y c, en cuanto al aporte de la barra 2 es de 8,56 kA aproximadamente en las fases b y c, y finalmente el aporte de la barra 4 es de 0.32 kA aproximadamente de igual manera en las fases b y c. Por otro lado, la barra 3 tiene el mayor aporte de la corriente de cortocircuito con un valor aproximado de 8,86 kA para las fases b y c, por otra parte, se tiene valores de aporte de corriente de falla de 0,81 y 0,33 kA para las barras 2 y 4 respectivamente para las fases b y c. Para el caso de los resultados de la falla monofásica, se observó que el mayor aporte de corriente de falla se da en la barra 3 con un valor aproximado de 2,06 kA en la fase a.

CONCLUSIONES

En función del análisis de los fallos trifásico y de línea a línea, se pueden extraer varias conclusiones clave sobre el comportamiento del sistema eléctrico y la contribución de cada barra al fallo. Primero, los datos indican que Bus3 y Bus2 son las barras más críticas durante los eventos de fallo, tanto en términos de corrientes significativas como de impacto en el voltaje. En el fallo trifásico, Bus3 muestra la mayor contribución de corriente simétrica, seguida de cerca por Bus2, lo que resalta su importancia en la estabilidad del sistema. Las contribuciones mínimas de Bus4 y la falta de contribución de Bus37 indican que estas barras tienen un impacto limitado en la respuesta del sistema a fallos de alta magnitud.

En el análisis del fallo de línea a línea, se observa que las fases Vb y Vc experimentan una caída significativa del voltaje, típica de este tipo de fallo. Las corrientes en las fases Ib e Ic de Bus3 y Bus2 son las más altas, lo que nuevamente subraya su papel crucial en la respuesta del sistema. Las corrientes de secuencia positiva y negativa para Bus3 son iguales, indicando un fallo simétrico, mientras que Bus2 muestra una ligera asimetría. Esto sugiere que Bus2 podría ser más vulnerable a variaciones en el tipo de fallo, lo cual es importante para planificar medidas de mitigación y protección.

Los resultados del análisis muestran que Bus3 y Bus2 son los componentes más relevantes en la respuesta del sistema a fallos tanto trifásicos como de línea a línea. Las caídas de voltaje significativas en Vb y Vc y las corrientes elevadas en las fases correspondientes destacan la necesidad de enfoques específicos para fortalecer estas barras y mejorar la robustez del sistema. Por otro lado, la baja contribución de Bus4 y la nula participación de Bus37 sugieren que estos elementos no son críticos para la estabilidad general del sistema, permitiendo enfocar los esfuerzos de mejora en las barras más impactadas. Estos hallazgos son cruciales para la planificación de mejoras en la infraestructura eléctrica y la implementación de estrategias de protección y mitigación de fallos.

De acuerdo con el módulo de ETAP de coordinación de protecciones se ha establecido valga la redundancia, la coordinación del sistema de protecciones de la empresa, considerando su actuación frente a la eventualidad de fallas de cortocircuito en una determinada barra del sistema, en donde se visualiza el tiempo de actuación de la protección, en consecuencia, de las configuraciones realizadas.

Se pudo observar la influencia de coordinación protecciones en un sistema eléctrico y la generación de pérdidas económicas, también los daños prematuros en los componentes eléctricos.

REFERENCIAS

- [1] J. J. Grainger y W. D. Stevenson, *Análisis de sistemas de potencia*, México: McGraw-Hill, 1996, pp. 441-463.
- [2] P. Ponce Cruz, *Inteligencia Artificial con Aplicaciones a la Ingeniería*, México: Alfaomega, 2010, pp. 193-202.
- [3] J. R. Salazar, «Sistemas de Tierra en líneas de transmisión,» Veracruz, 2010.
- [4] L. P. Bautista Fernández, «Identificación de 11 tipos de fallas en líneas de transmisión de alta tensión utilizando redes neuronales,» Bucaramanga, 2018.
- [5] F. A. Guevara Uvidia y W. M. Morocho Luco, «Análisis Causal de Fallas y Costos de Operación y Mantenimiento del Sistema de Distribución Eléctrico de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. en la Ciudad de Riobamba,» Riobamba, 2016.
- [6] F. Rodríguez Melian y D. García, «Diagnóstico de Fallos y condiciones anormales de trabajo en líneas de transmisión con el empleo de redes neuronales artificiales,» REDALYC, 2011.
- [7] CONELEC, «Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución. REGULACIÓN No. CONELEC-004/01,» Quito, 2001.
- [8] M. Blanke, R. J. Patton, F. Kraus, C. Frei y M. Staroswiecki, «What is Fault-Tolerant Control,» IFAC Proceedings Volumes (IFAC Papers-OnLine), vol. 33, n° 11, 2000.
- [9] Y. A. García Aguilar, «Implementación de Relés Numéricos en la Subestación Convento 230 kV de la Electricidad de Caracas,» Sartenejas, 2010.
- [10] IEC, «Comisión Electrotécnica Internacional,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.normadoc.com/spanish/normas/normas-internacionales/iec-1.html>.
- [11] C. R. Pogo Jordan, «Modelación y Simulación en Estado Estable del Sistema Eléctrico de la Central Hidroeléctrica Manduriacu en el Software ETAP,» Quito, 2019.

LOS AUTORES

Luis Franklin Casa Chancusig obtuvo su título de Ingeniero en Sistemas Eléctricos de Potencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en 2012, Actualmente, se encuentra cursando sus estudios de Master en la Universidad Técnica de Cotopaxi, y su campo de investigación se encuentra relacionado con los Sistema Eléctricos de Potencia.



José Efrén Barbosa Galarza obtuvo su título de Ingeniero Electrónico de la Escuela Politécnica Nacional, Quito en 2002; de Magister en Ingeniería Industrial de la Escuela Politécnica Nacional, Quito en 2012. Sus campos de investigación están relacionados con la Optimización de procesos industriales utilizando tecnológicas en base a microprocesadores.



Carlos Iván Quinatoa Caiza es Ingeniero en Sistemas Eléctricos de Potencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Máster en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira y Aspirante a Doctor en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Venezuela, estudios realizados mediante la obtención de la beca alemana DAAD.

Disfunción tiroidea y su relación con los niveles séricos de lípidos en adultos

Darwin Gustavo Veliz Bazurto
<https://orcid.org/0009-0005-5131-2439>
darwinveliz95@hotmail.es
Universidad Técnica de Manabí
Chone, Ecuador

Recibido (25/06/2024), Aceptado (12/07/2024)

Resumen: La Disfunción Tiroidea corresponde a la fase temprana de una alteración en la tiroides que predomina en personas de mediana y avanzada edad. Esta investigación analiza los estudios realizados en un laboratorio, donde se evaluó la relación existente entre la disfunción tiroidea y los niveles séricos de lípidos. La metodología fue de tipo descriptiva de corte transversal, con una muestra de 52 pacientes, de los cuales se excluyeron a 8 de ellos por presentar hallazgos extraños en el examen tiroideo que no guardaban relación con las exigencias de este trabajo. Como resultado, se detectó un alto porcentaje de pacientes con niveles séricos de colesterol total y triglicéridos por encima del límite superior normal. Por consiguiente, es de importancia controlar la función de la tiroides y mantenerla en equilibrio para evitar complicaciones asociadas con los niveles de lípidos en sangre y el riesgo a desarrollar enfermedades cardiovasculares en las personas afectadas.

Palabras clave: colesterol, disfunción tiroidea, pacientes.

Thyroid dysfunction and its relationship to serum lipid levels in adults

Abstract.- Thyroid Dysfunction corresponds to the early phase of a thyroid disorder that predominantly affects middle-aged and elderly individuals. This research analyzes studies conducted in a laboratory, where the relationship between thyroid dysfunction and serum lipid levels was evaluated. The methodology was descriptive and cross-sectional, with a sample of 52 patients, from which 8 were excluded due to unusual findings in the thyroid examination that were unrelated to the requirements of this study. The results revealed a high percentage of patients with serum levels of total cholesterol and triglycerides above the upper normal limit. It is crucial to monitor and regulate thyroid function to prevent complications related to elevated blood lipid levels and to reduce the risk of developing cardiovascular diseases in affected individuals.

Keywords: cholesterol, thyroid dysfunction, patients.

I. INTRODUCCIÓN

La tiroides es definida como la mayor glándula endocrina del cuerpo humano, la cual se encuentra en la parte frontal del cuello, de manera que sintetiza y libera hormonas tiroideas que afectan de manera considerable en la síntesis de proteínas y en la tasa metabólica basal (TMB) [1]. Cuando suceden los trastornos en la tiroides normalmente se derivan de la secreción exagerada o escasa de hormonas tiroideas, así como del aumento de la glándula tiroides. Dichos trastornos se clasifican como primarios, los cuales se encuentran relacionados con la propia glándula; y secundarios que vienen dados por la disfunción tiroidea generada por otros agentes [2].

Las enfermedades que perjudican a la glándula tiroides simboliza una de las afecciones endocrinas más dominantes, de forma que son las disfunciones tiroideas (DT) elementos de riesgo para diversos procesos patológicos como, por ejemplo, las enfermedades cardiovasculares (ECV), obesidad, entre otras. La DT genera condiciones clínicas que son propias de un hipertiroidismo, las cuales se pueden agravar si el paciente no recibe tratamiento, de manera que éste se vuelve indefenso y puede llegar a sufrir de serios trastornos, como es el caso de fallas cardíacas, coma mixedematoso y fibrilación auricular, las cuales deterioran la calidad de vida del ser humano que lo padece [3].

De acuerdo a estudios realizados, las afecciones tiroideas son las más comunes a nivel mundial, ya que existen más de 110 países con 1.600 millones de individuos que padecen esta condición, y se ha demostrado que una de las principales causas de los trastornos tiroideos se debe a la insuficiencia de yodo [4]. Alrededor de un tercio de la población en el mundo habitan en una zona con falta de yodo, y más de 190 millones de personas sufren enfermedades por la escasez de este mineral, de modo que si no reciben el tratamiento adecuado, las afecciones tiroideas pueden llegar a generar dificultades que perjudican la vida del paciente [5].

Los síntomas clínicos de una disfunción tiroidea dependen en primer lugar del tipo de trastorno y pueden repercutir en otros sistemas del organismo. Según Jenkin [5] uno de los sistemas que se ve afectado por este problema, es el cardiovascular, puesto que el hipotiroidismo subclínico puede incrementar el riesgo de desarrollar enfermedades cardíacas, especialmente si no es tratada de manera adecuada. Un estudio desarrollado por Kobel [6], muestra que el hipotiroidismo es una causa frecuente de dislipidemia secundaria, puesto que el 49% de personas que padecían trastornos de la función tiroidea se manifestó con dislipidemia debido a que se detectó una correlación entre los niveles de triglicéridos (TG) y los valores de TSH, Colesterol total, colesterol de HDL y con colesterol de LDL. Aunado a ello, cuando se realizó una comparación con los diversos estados del perfil tiroideo, se encontró una asociación entre dislipidemia e hipotiroidismo.

Existen otras investigaciones que muestran estos hallazgos, indicando que existe una correlación significativa entre la disfunción tiroidea y los niveles altos de colesterol y triglicéridos. Tal es el caso de estudio de Balarezo [7], el cual demostró la permanencia de dislipidemia y su relación con el estado nutricional en pacientes de 30 a 65 años con diagnóstico de hipotiroidismo, de manera que esta disfunción se encuentra relacionada con las afecciones en el metabolismo de las lipoproteínas, fundamentalmente en niveles de LDL como resultado al catabolismo de éstas; igualmente, se examinaron las enfermedades nutricionales en este conjunto de individuos, según con su IMC, donde se detectó que:

- El 34% de los pacientes presentaba obesidad de Nivel I
- El 15% de los pacientes presentaba obesidad Nivel II
- El 3% de los pacientes presentaba obesidad Nivel III

Por consiguiente, el hipotiroidismo se encuentra estrechamente relacionado con factores de riesgo que abarcan el metabolismo y la nutrición, detectándose mayor predominancia en pacientes con alteraciones nutricionales como sobrepeso y obesidad, y esto se debe a la presencia de una disfunción neuroendocrina y la resistencia hormonal periférica con la minimización de la expresión de hormonas tiroideas en los adipocitos [7]. De este modo, esta afección de la tiroides constituye una alteración metabólica que causa cambios importantes en el perfil lipídico

El presente trabajo se encuentra conformado por cinco secciones, en la primera se presenta la introducción, como segunda parte se detalla el desarrollo teórico referente a la disfunción tiroidea y sus afecciones. En la tercera se expone la metodología aplicada para el desarrollo de los resultados, en la cuarta se presentan los resultados obtenidos en el análisis del estudio; finalmente, en la quinta sección se muestran las conclusiones planteadas con base en el análisis de los resultados.

II. DESARROLLO

A. Hormona tiroidea

Su función es fundamental en el cuerpo humano ya que contribuye a que todas las células del organismo puedan desempeñarse de manera adecuada, como es el caso del control de tres macromoléculas biológicas, tales como glúcido, lípido y proteínas a fin de apoyar al buen rendimiento del organismo [8].

En la figura 1 se muestra la glándula tiroidea, la cual se encuentra conformada por 2 lóbulos que se juntan a cada lado de la tráquea y que a su vez están cohesionadas entre sí por un istmo.

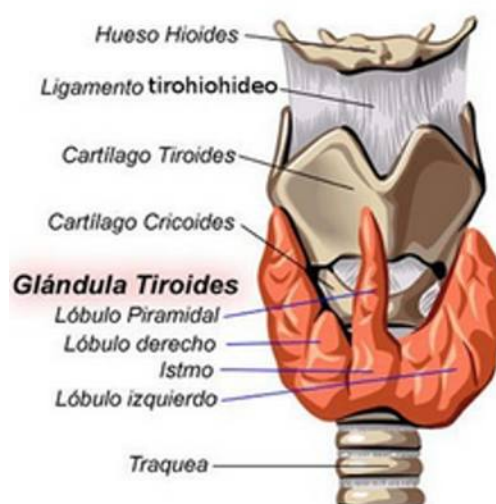


Fig. 1. Glándula tiroidea.
Nota. Adaptado de [9].

Estas glándulas generan dos tipos de hormonas importantes, tales como la T4 (tiroxina) y la T3 (triyodotironina) que son direccionados por la TSH (Tirotropina). Así también, tienen la propiedad de almacenar hormonas a nivel coloidal denominado coloide tiroideo, y además requieren de yodo para el crecimiento, desarrollo neurológico, y un adecuado metabolismo [10].

B. Disfunción Tiroidea

Corresponde a un desorden habitual que puede describir la fase temprana de una alteración, mayormente en personas de mediana y avanzada edad. Entre las enfermedades relacionadas a esta condición, se encuentra el hipotiroidismo subclínico, el cual se puede conceptualizar como la etapa asintomática donde la disminución en la actividad de la glándula se ve equilibrada por un incremento de la hormona estimulante de tiroides (TSH) [10].

El hipertiroidismo subclínico es entendido como la etapa donde la hormona TSH se encuentra minimizada para equilibrar una glándula tiroidea con actividad incrementada. En las dos situaciones, los niveles de T4 y T3 libres permanecen dentro de los rangos de referencia del laboratorio. La incidencia del hipertiroidismo subclínico se valora en 3%, tanto en mujeres como en hombres mayores a 65 años de edad [10].

El uso desmesurado de L-tiroxina en personas con alteraciones hipotiroideas son unas de las causas exógenas más frecuentes de esta disfunción, otras de las razones se deben a la toma de drogas supresoras de TSH como, por ejemplo, la dopamina y esteroides. Según Santos y Galofre [11] afirman que a lo largo de los años estudios han demostrado que el hipertiroidismo subclínico tiene efectos clínicos sobre la función cardíaca como fibrilación y arritmias, y en la afectación del tejido óseo.

C. Hipertiroidismo

Es una enfermedad que perjudica a toda la población a nivel mundial, no importando su sexo, edad o estilo de vida y es una de las causas primordiales de muerte con un índice del 20%, por lo que es necesario un diagnóstico temprano a fin de poder contar con un tratamiento adecuado que permita mejorar la condición de vida del paciente [12]. Según Merchan [13], el hipertiroidismo se refiere al incremento de hormonas tiroideas que se generan en la glándula tiroides, este fenómeno se llama tirotoxicosis y tiene que ver con los altos niveles de hormonas tiroideas como la triyodotironina(T3) o la tiroxina (T4). El cuadro clínico de la disfunción de la tiroides abarca desde la inexistencia de síntomas clínicos, hasta la visibilidad de presentaciones clínicas más graves que perjudican la salud del paciente y con baja frecuencia, la muerte.

Los factores de riesgo que contribuyen a que aparezca esta afección son múltiples, sin embargo, hoy en día diagnosticar esta alteración es más fácil y más precisa ya que existen métodos más sensibles que tienen la capacidad de detectar la enfermedad tiroidea de manera más segura y confiable, de forma que se puede analizar la detección de desequilibrios en las hormonas T3, T4, TSH y también en los anticuerpos anti tiroideos [15]. En la figura 2 se presentan 10 factores de riesgo del hipertiroidismo.



Fig. 2. Factores de riesgo del hipertiroidismo
Nota. Adaptado de Rodríguez, Acela y Rodríguez [15].

D. Hipotiroidismo en el adulto mayor

De acuerdo a Hornillos y Yela [15], en el adulto mayor la causa más habitual es la alteración tiroidea autoinmune con 2 variaciones: la enfermedad de Hashimoto, que se basa en una infiltración linfocítica o fibrosa del tiroides que genera bocio indoloro, donde prevalecen eutiroides hasta etapas avanzadas, y manifiestan anticuerpos antiperoxidasa positivos hasta en un 95% y antitiroglobulina que se presentan en un 80%, y constantemente se relacionan a otras enfermedades autoinmunes, como la diabetes, la anemia, entre otros. La otra variación autoinmune es la tiroiditis crónica atrófica, que se manifiesta sin bocio, y se manifiesta mayormente en adultos mayores, caracterizándose por contar con anticuerpos antitiroideos positivos.

Para D'Hyver de las Deses [16], todos estos cambios se producen en la edad madura ya que al envejecer la tiroides se convierte en una forma nodular provocando que el metabolismo se reduzca, no obstante, los niveles de las hormonas tiroideas normalmente continúan siendo estables. A su vez, las paratiroides ubicadas alrededor de la tiroides, se ven afectadas, desequilibrando los niveles de calcio y fósforo que ayudan a la densidad ósea, esto se debe a que al pasar los años los niveles tienden a aumentar dando lugar a la osteoporosis.

Por otro lado, el hipotiroidismo puede estar asociado con la manifestación de colesterol elevado en el organismo, esto es a causa de alteraciones hormonales y el metabolismo de las diversas sustancias, como es el caso de las grasas, que pueden ser desgastadas o creadas en el hígado, y que se retrasan bastante en ser deterioradas y transportadas por el flujo sanguíneo, a lugares como el tejido adiposo o músculo, a fin de convertirse en reserva de energía. De modo que si estos órganos rechazan esta grasa, ésta puede liberarse en la sangre y a la hora de realizar un examen de laboratorio, aparecería detectado en sus niveles más elevados [17].

E. Dislipidemia o alteración de los niveles séricos de lípidos

Corresponde a un trastorno de los lípidos a nivel sanguíneo, lo que es igual al incremento de las aglomeraciones plasmáticas de triglicéridos, colesterol, o ambos, o una reducción del nivel de colesterol relacionado a las lipoproteínas de elevada densidad (HDL) [18]. La dislipidemia en el hipotiroidismo es generada primordialmente por un desequilibrio en los lípidos, como el colesterol o los triglicéridos, de manera que existe una mayor producción sobre la poca degradación de los lípidos. Los pacientes que sufren de esta alteración manifiestan altos niveles de CT, fundamentalmente de LDL-C, que proporciona el sustrato para la peroxidación lipídica por especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que conlleva a un estrés oxidativo [19].

Es relevante tener en cuenta que la relación entre dislipidemia e hipotiroidismo se encuentra muy asociada al desarrollo de la Enfermedad Cardíaca Coronaria (CHD), que es la causa número uno de muertes a nivel mundial [19].

F. Clasificación de la Dislipidemia

La clasificación viene dada de acuerdo a su fenotipo lipídico o su origen, por lo que se identifican 3 grupos importantes, que son el hipercolesterolemia, el hipertrigliceridemia y la dislipidemia mixta [3]. La hipercolesterolemia consiste en una concentración elevada de plasmática de colesterol [CT]), por su parte el hipertrigliceridemia se refiere a la alta densidad plasmática de triglicéridos [TG]), y finalmente, la dislipidemia mixta tiene que ver con la abundancia de CT y TG. Cabe señalar que las que se presentan solamente con un incremento de CT plasmático, se denominan hipercolesterolemia puro, y cuando existen pocas acumulaciones de lípidos plasmáticos se conocen como hipolipidemia, siendo más común la hipocolesterolemia [3].

III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

La investigación fue descriptiva de corte transversal, puesto que permitió describir el fenómeno en estudio a través de la correlación existente entre la disfunción tiroidea y los niveles séricos de lípidos en los pacientes involucrados en la investigación.

Enfoque de la investigación

El enfoque utilizado en la investigación fue mixto, ya que hizo posible el desarrollo eficaz del estudio permitiendo la obtención de perspectivas más amplias, así como la indagación de forma más dinámica y profunda de la información recabada.

Muestra estudiada

El estudio fue aplicado a 52 pacientes con edades adultas los cuales fueron sometidos a análisis de perfil tiroideo y lípidos séricos. Se tomaron en cuenta las variables: edad, sexo, perfil tiroideo (presencia de T3, T4 y TSH), perfil lipídico (grados séricos de colesterol y triglicéridos).

Consideraciones éticas

Las consideraciones éticas utilizadas en la investigación fueron confidenciales y con un tratamiento previo con el laboratorio, éstas son las siguientes:

- Además, la autorización fue solicitada mediante una carta de aceptación donde se manifestó el compromiso de acceder a las instalaciones del lugar, bajo fines de investigación.

- Los resultados de los análisis fueron informados a los pacientes con la mayor exactitud, asegurando que la interpretación fuera la correcta.
- La información se protegió contra pérdida, acceso no autorizado y manipulación inapropiada.
- Con el propósito de mantener respeto y dignidad del paciente, se aplicó la salvaguarda del secreto profesional.

IV. RESULTADOS

El análisis se llevó a cabo en los 52 pacientes y los resultados se muestran en la figura 3, teniendo en cuenta que se excluyeron a 8 pacientes por presentar hallazgos extraños en el análisis de tiroides, centrando el foco de estudio en los 44 pacientes que arrojaron resultados alterados en el perfil tiroideo:

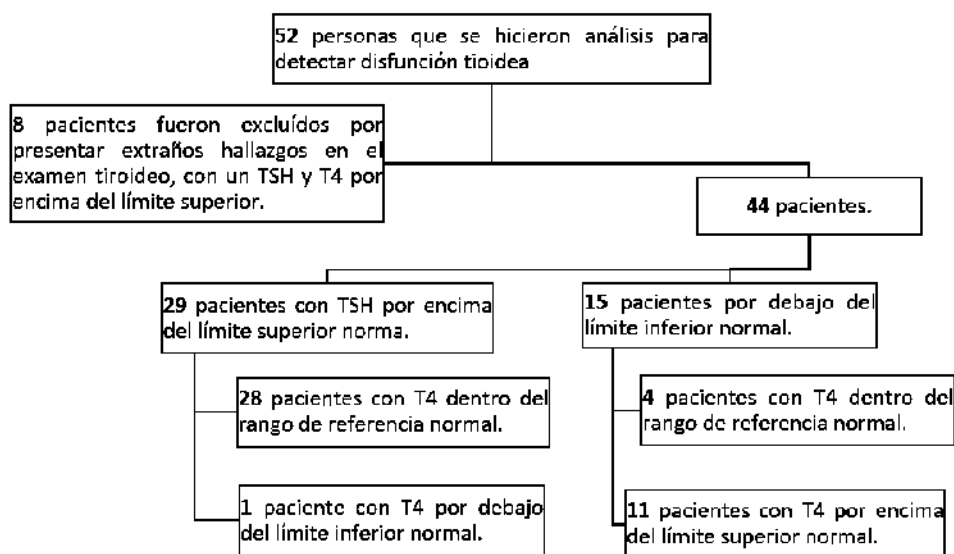


Fig. 3. Pacientes incluidos y excluidos del estudio.
Nota. Elaboración propia.

En la tabla 1 se presenta una comparación de los parámetros analíticos (sexo y edad) según la sospechas de Disfunción Tiroidea, y se puede observar que los pacientes con indicios de presentar hipertiroidismo son más jóvenes que los que muestran indicios de hipotiroidismo, esto comprueba lo dicho por D'Hyver de las Deses [16], corroborando la existencia de una correlación muy significativa entre el hipotiroidismo y la edad madura.

Tabla 1. Comparativo de los parámetros analíticos (sexo y edad).

Características	Total N=44	Sospecha de hipotiroidismo N=29	Sospecha de hipertiroidismo N=15	Valor - P
Sexo				
Femenino	38 (86,4%)	26(89,7%)	12(80%)	0,376
Masculino	6 (13,6%)	3(10,3%)	3(20%)	
Edad	48(30, 2-59)	54(39-59)	34(28,5-55,5)	0,030
Parámetros analíticos				
T ₃	1.96(1.6-4.1))	1.83(1.6-2.3)	4.6(2-8.2)	0.002
T ₄	114.6(95.6-165.8)	103.2(91.6-123.95)	182.9(118.2-246.1)	0.000
TSH	6.3(0.14-9.4)	8.6(6.3-11.85)	0.1(0.1-0.15)	0.000

Nota. Datos extraídos del análisis realizado.

Igualmente, se detectó un aumento importante en los niveles de TSH ($p < 0,0001$) en pacientes con indicios de hipotiroidismo en comparación con aquellos con indicios de hipertiroidismo. Aunado a ello, se halló una reducción relevante en los niveles de T3 y T4 en los pacientes con indicios de hipotiroidismo en comparación con los pacientes con sospecha de hipertiroidismo, demostrando así la conceptualización de estas enfermedades.

En la figura 4, se muestra que el porcentaje de pacientes con niveles séricos de colesterol total y triglicéridos por arriba del límite superior normal fue más elevado en pacientes con indicios de hipotiroidismo. Esta correlación coincide con lo especificado por Quintanilla [17] puesto que el hipotiroidismo, principalmente cuando no tiene tratamiento o está erróneamente controlado, propende a relacionarse con niveles altos de lípidos en la sangre, abarcando los triglicéridos y al colesterol total, a causa de la reducción del metabolismo lipídico.

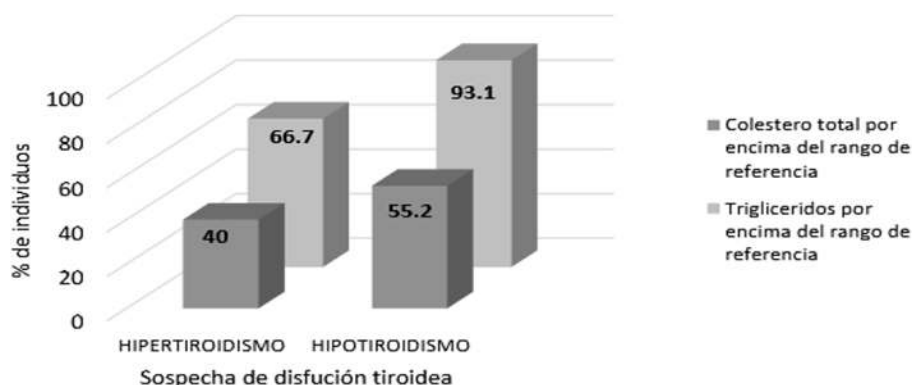


Fig. 4. Resultados de los niveles de colesterol total y triglicéridos
Nota. Datos extraídos del análisis realizado.

Por otra parte, las consecuencias del hipertiroidismo en los niveles lipídicos varían, es común observar una reducción en los niveles de colesterol total y colesterol LDL, a pesar de que los triglicéridos pueden estar altos en algunas ocasiones.

En la figura 5 se puede observar patrones importantes de acuerdo a los indicios de DT, sexo, edad y la existencia de alteraciones en los niveles de lípidos, además se percibe una densidad considerable de puntos que significan una correlación entre el indicio de hipotiroidismo, pacientes de sexo femenino de 60 años en adelante y la existencia de trastornos lipídicos, confirmando la relación entre el hipotiroidismo y las dislipidemias.

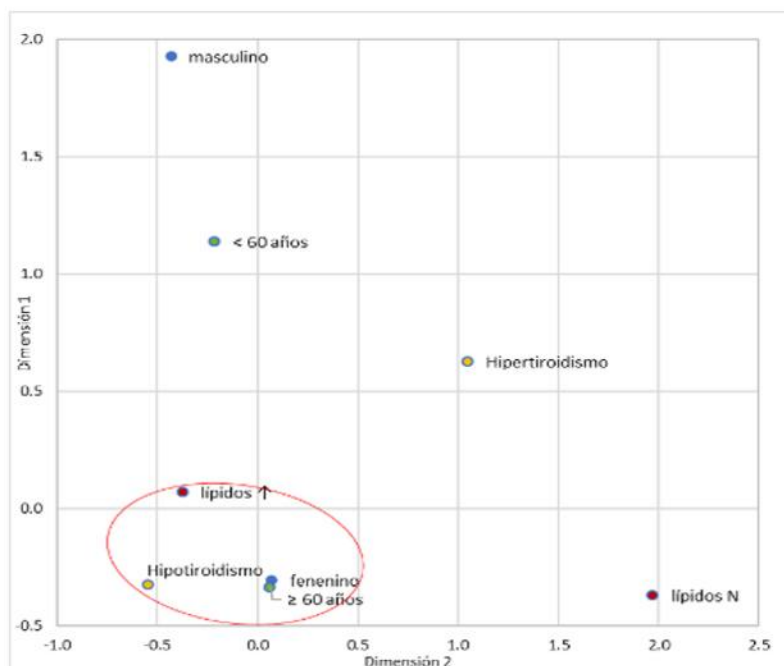


Fig. 5. Análisis entre sexo, edad, indicios DT y existencia de alteraciones en los niveles de lípidos
Nota. Datos extraídos del análisis realizado.

Lo expuesto en la figura 2 y 3 comprueba que existe una correlación entre el hipotiroidismo y las dislipidemias, además los factores de riesgo como es el caso de la edad madura y la incidencia en mujeres, afianzan dicha relación.

CONCLUSIONES


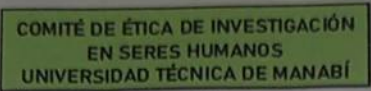

La disfunción tiroidea puede tener una incidencia en los niveles séricos de lípidos, en el caso del hipotiroidismo, la glándula tiroides no produce suficientes hormonas tiroideas, lo que puede provocar un incremento en los niveles de colesterol total y LDL. Por otra parte, el hipertiroidismo, genera gran cantidad de estas hormonas lo que puede generar bajos índices de colesterol total y HDL.

Por ello, es importante controlar la función tiroidea y mantenerla en equilibrio para evitar complicaciones asociadas con los niveles de lípidos en sangre, ya que los pacientes analizados en el estudio, los cuales presentaron niveles séricos de colesterol total y triglicéridos por arriba del límite superior normal, poseen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares. De modo que, si se detecta una anomalía es fundamental que las personas afectadas con este trastorno sigan el tratamiento recomendado por un médico endocrinólogo y realizar los debidos controles periódicos para evaluar los niveles de colesterol y otros lípidos.

REFERENCIAS

- [1] Emy González et al., "Disfunción tiroidea y su relación con el perfil lipídico e índices aterogénicos en individuos antes y después de la tiroidectomía," *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, vol. 12, no. 1, 2014.
- [2] Ann Zelmanovitz, "Detección de enfermedades tiroideas," *Intern Med*, pp. 130-161, 1999.
- [3] Juan Carlos Ruiz, Jaime Alfredo Letamendi, and Roberto André Calderón, "Prevalencia de dislipidemias en pacientes obesos," *MEDISAN*, vol. 24, no. 2, 2020.
- [4] M. Vanderpump, "Epidemiología de la enfermedad tiroidea," *Med Bull*, vol. 99, pp. 39-51, 2011.
- [5] D. Jenkins, J. Wong, C. Kendall, A. Esfahani, and T. Leong, "El efecto de una dieta baja en carbohidratos de origen vegetal (Eco-Atkins) sobre el peso corporal las concentraciones de lípidos en sangre en sujetos hiperlipidémicos.," *Arch Intern Med.*, vol. 169, p. 1046, 2009.
- [6] Lilian Kolbe, Williams Pedrozo, Rocío Ares, and Graciela Bonneau, "Disfunción tiroidea y factores de riesgo cardiovascular en adultos de la ciudad de Obligado-Paraguay," *RECYT*, vol. 34, pp. 89-95, 2020.
- [7] F.V. Balarezo, "Prevalencia de dislipidemia y su relación con el estado nutricional en pacientes de 30 a 65 años con hipotiroidismo del Centro de Salud Guayllabamba 2016," *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.*, 2019.
- [8] J. Páez, "Prevalencia de Hipotiroidismo Subclínico y Clínico y su asociación con el Síndrome Metabólico," *Universidad de Cuenca*, 2017.
- [9] Antonio Martín. (2017) Complicaciones que pueden aparecer en la cirugía tiroidea. [Online]. <https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/complicaciones-que-pueden-aparecer-en-la-cirugia-tiroidea#>
- [10] J. Fernández, V. Cachofeiro, D. Cardinali, and E. Delpón, *Fisiología humana.: 5ta edición*. McGraw Hill, 2020.
- [11] Oscar Guevara, Ileana Holst, Sandra Boza, Mauro Barrantes, and Ricardo Chinchilla, "Disfunción tiroidea subclínica en población adulta costarricense," *Anales de la Facultad de Medicina*, vol. 76, no. 4, 2015.
- [12] Pascual Santos and J.C. Galofre, "Management of subclinical hyperthyroidism.," *Int J Endocrinol Metab.*, vol. 10, no. 2, 2012.
- [13] Brayan E. Godínez, José Austria, and José Granados, "Hipertiroidismo," *Tepexi Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, vol. 10, no. 20, pp. 12-13, 2023.
- [14] Karina Maricela Merchan, María José Merchan, and Karla Jessenia Olmedo, "Hipertiroidismo: Prevalencia y manifestaciones clínicas por grupos etarios en Ecuador," *Dom. Cien.*, pp. 220-232, 2021.
- [15] J. Rodríguez, B. Acela, and L. Rodríguez, "Factores de Riesgo de las Enfermedades Tiroideas.," *SCIELO*, 2016.
- [16] M. Hornillos and J.G. Yela, "Hipotiroidismo en el anciano," *SEMERGEN*, vol. 28, no. 3, pp. 137-44, 2002.
- [17] Carlos D'Hyver de las Deses, "Patologías endocrinas más frecuentes en el adulto mayor," *Revista de la Facultad de Medicina (México)*, vol. 60, no. 4, 2017.
- [18] G. Quintanilla, L. Medina, L. Erazo, M. Medina, and J. Shafick, "Alteraciones cardiovasculares causadas por hipotiroidismo clínico y subclínico.," *Revista Científica Ciencia Médica*, vol. 23, no. 1, pp. 52-60, 2020.
- [19] Cristhián Jerez, Javiera Irribarren, Fernanda Diaz, Jovanka Kusanovic, and Brayan Araya, "Mecanismos fisiopatológicos de la dislipidemia," *Nova*, vol. 21, no. 40, 2023.
- [20] L. H. Duntas and G. Brenta, "Un enfoque renovado en la asociación entre las hormonas tiroideas y el metabolismo de los lípidos.," *Frontiers in Endocrinology*, vol. 9, p. 511, 2018.
- [21] UC San Diego Health. (2023) Función de la glándula tiroidea. [Online]. <https://myhealth.ucsd.edu/Spanish/RelatedItems/3,40208>.

ANEXOS



**COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN
EN SERES HUMANOS
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**

Anexo 3.

Carta de interés institucional para estudios observacionales, estudios de intervención y ensayos clínicos en seres humanos

A quien pueda interesar

Por medio de la presente manifiesto que el proyecto titulado: **DISFUNCIÓN TIROIDEA Y SU RELACIÓN CON LOS NIVELES SÉRICOS DE LÍPIDOS EN ADULTOS ECUATORIANOS**, es de interés institucional por los resultados que se pueden generar de este proyecto para el **LABORATORIO CLÍNICO CITOLAB**, tomando en cuenta que esta investigación evidenciara la disfunción tiroidea en los pacientes con sospecha clínica de dicha patología.

Informo también que la participación del **LABORATORIO CLÍNICO CITOLAB**, es libre y voluntaria; y, que en caso de solicitar datos anonimizados o seudonimizados el **LABORATORIO CLÍNICO CITOLAB**, cuenta con la capacidad de entregar los datos de manera anonimizada o seudonimizada según lo establecido en la Ley Orgánica De Protección De Datos Personales.

Además, los investigadores han manifestado que cuentan con los insumos necesarios para la ejecución del proyecto de Investigación. Por tanto, el **LABORATORIO CLÍNICO CITOLAB**, no contempla algún tipo de financiamiento para el desarrollo de este estudio.

Se aclara que este documento no constituye la autorización, ni la aprobación del proyecto, o del uso de insumos o recursos humanos de la institución. Además, se informa que una vez que la investigación sea aprobada por un Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos autorizado por el Ministerio de Salud Pública, el Investigador principal podrá solicitar los datos de los sujetos de estudio o datos de salud anonimizados o seudonimizado, debiendo adjuntar el protocolo de investigación aprobado y la carta de aprobación emitida por el CEISH.

En caso de que el investigador requiera de talento humano o insumos de un establecimiento público sanitario para la ejecución de un proyecto de investigación, debe suscribir un convenio según como lo determine establecimiento público sanitario, en base a lo establecido en el Acuerdo



COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN
EN SERES HUMANOS
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ



Ministerial No. 00011 -2020, "Reglamento de suscripción y ejecución de convenios del MSP", publicado en Registro oficial - Edición especial No. 590 de 20 de mayo de 2020. Cabe señalar que el proyecto de investigación previo a la suscripción del convenio deberá contar con la aprobación de un CEISH aprobado por MSP.

Chone, agosto 08 de 2023

ATENTAMENTE

Lcda. Josselyn Mera Z.
LABORATORISTA CLÍNICA
LABORATORIO CLÍNICO CITOLAB
Reg. SENESCYT 1009-2022/2522962

Lcda. Josselyn Zambrano Mera
Jefa del Laboratorio Clínico Citolab
CI. 1314009307
Telf. 0969465087

Implementación de la estrategia V de Gowin en la enseñanza experimental de la física para estudiantes de bachillerato

Daniel Andrade Vélez
<https://orcid.org/0009-0009-1408-371X>
dandrade9368@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Manuel S. Alvarez-Alvarado
<https://orcid.org/0000-0002-0398-9235>
manuel.alvarez.alvarado@gmail.com
Universidad Técnica de Manabí
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Guayaquil, Ecuador

Recibido (22/06/2024), Aceptado (17/07/2024)

Resumen: La enseñanza de la Física mediante trabajos de laboratorio es esencial, pero es necesario renovar las prácticas tradicionales. Se propone una actividad de experimental para fomentar el pensamiento científico en estudiantes de bachillerato, para ello se diseñó una secuencia de laboratorios enfocada en el proceso de investigación científica. Esta secuencia utilizó la "V de Gowin" para estructurar procesos cognitivos y promovió la interacción cooperativa para reforzar el aprendizaje. Los resultados mostraron avances significativos en la comprensión y aplicación de conceptos físicos, así como en la capacidad de los estudiantes para realizar investigaciones de manera crítica y reflexiva.

Palabras clave: estrategia V de Gowin, enseñanza de la física, trabajo de laboratorio, pensamiento crítico y reflexivo.

Implementation of the Gowin's V Strategy in Experimental Physics Teaching for High School Students

Abstract.- Teaching physics through laboratory work is essential, but it is necessary to renew traditional practices. An experimental activity is proposed to promote scientific thinking in high school students, for which a sequence of laboratories focused on the scientific research process was designed. This sequence used "Gowin's V" to structure cognitive processes and promoted cooperative interaction to reinforce learning. The results showed significant advances in understanding and applying physical concepts and students' ability to conduct research critically and reflectively.

Keywords: Gowin's Strategy V, physics teaching, laboratory work, critical and reflective thinking.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física a través de actividades experimentales es fundamental para el aprendizaje significativo de esta disciplina. Las prácticas de laboratorio, tradicionalmente basadas en seguir instrucciones de una guía impresa, a menudo no establecen una conexión clara entre la teoría y la experimentación, lo que puede llevar a los estudiantes a abordar las tareas de manera mecánica y percibir el conocimiento científico como algo externo. Sin embargo, en las universidades politécnicas, las actividades prácticas suelen estar estrechamente vinculadas con la teoría, lo que refuta la idea de que esta desconexión sea generalizada.

Para fomentar el pensamiento científico en estudiantes de bachillerato, se diseñó una secuencia de laboratorios enfocada en la investigación. Esta secuencia utilizó la "V de Gowin" para estructurar procesos cognitivos y promovió la interacción cooperativa para reforzar el aprendizaje social. Los resultados mostraron avances significativos en la comprensión y aplicación de conceptos físicos, así como en la capacidad de los estudiantes para realizar investigaciones de manera crítica y reflexiva [1]-[3]. Sin embargo, el trabajo de laboratorio como estrategia de enseñanza es inigualable para el aprendizaje de la Física. Cuando se diseña adecuadamente, puede desempeñar roles específicos relacionados con el desarrollo de una visión contemporánea de la ciencia durante el proceso de aprendizaje. Estos roles incluyen el entendimiento de la naturaleza de la ciencia y la capacidad para llevar a cabo investigaciones científicas [1].

Frente a las críticas formuladas al trabajo de laboratorio tradicional descrito anteriormente, surge la necesidad inminente de redefinir, formular y reorientar esta práctica de acuerdo con los objetivos deseados. Existe consenso en que diferentes tipos de actividades de laboratorio cumplen propósitos distintos. Para maximizar sus potencialidades, es esencial tener en cuenta estas diferencias y propósitos desde la perspectiva del aprendizaje [2], [3]. Dentro de las diversas propuestas alternativas investigadas, centradas en el desarrollo de una visión más próxima al quehacer científico vigente, se destacan los trabajos de laboratorio de tipo investigación. Estos parecen ser favorables para el desarrollo del pensamiento científico en los estudiantes [4], [5], [2],[3]. Se señala que es fundamental explicar la intención didáctica de cada actividad de laboratorio diseñada en sus tres aspectos: conceptual, epistemológico y metodológico.

En el contexto de los trabajos de laboratorio de tipo investigación, la práctica se enfoca en objetivos de aprendizaje inherentes a la actividad experimental (Dominio Metodológico). Esto incluye la capacidad para generar predicciones, formular hipótesis, seleccionar métodos y diseñar secuencias experimentales, así como recolectar, procesar y analizar datos. Estos procesos se llevan a cabo con referencia al marco teórico, permitiendo la interpretación, síntesis y derivación de nuevas preguntas para seguir profundizando e investigando. Además, estos aprendizajes están intrínsecamente vinculados a conocimientos pertinentes a la situación planteada, siendo inseparables del referente teórico utilizado para comprender el problema experimental y de la postura epistemológica asumida, fomentando así aprendizajes en estas áreas [6].

De esta manera, la enseñanza de la Física a través de actividades experimentales es fundamental para el aprendizaje significativo de esta disciplina. Las prácticas de laboratorio, tradicionalmente basadas en seguir instrucciones de una guía impresa, a menudo no establecen una conexión clara entre la teoría y la experimentación, lo que puede llevar a los estudiantes a abordar las tareas de manera mecánica y percibir el conocimiento científico como algo externo. Sin embargo, en las universidades politécnicas, las actividades prácticas suelen estar estrechamente vinculadas con la teoría, lo que refuta la idea de que esta desconexión sea generalizada.

Con estos antecedentes, en esta investigación se analizó el uso de la V de Gowing en la resolución de prácticas de laboratorio de física con enfoque en la investigación científica. Para ello se realizaron prácticas experimentales en diferentes grupos de estudiantes y se evaluaron los procesos realizados y su impacto en el aprendizaje.

II. DESARROLLO

La enseñanza de la física en el bachillerato desempeña un papel crucial en la formación académica de los estudiantes, ya que proporciona una base sólida en los principios fundamentales de la ciencia y la tecnología. Los objetivos principales incluyen la comprensión profunda de conceptos clave como la mecánica, la termodinámica, el electromagnetismo, la óptica y la física moderna [4], [7]. Además, se busca desarrollar habilidades científicas como el razonamiento lógico, la resolución de problemas y la capacidad de realizar experimentos y analizar datos. Es esencial que la enseñanza de la física combine teoría y práctica mediante experimentos en laboratorio y el uso de tecnologías como simulaciones por computadora. También se promueve el aprendizaje basado en proyectos y una evaluación continua para obtener una visión completa del progreso del estudiante.

Sin embargo, la enseñanza de la física enfrenta varios desafíos. La abstracción de los conceptos puede ser difícil de entender para los estudiantes sin una enseñanza efectiva y recursos adecuados. Además, la falta de equipamiento en los laboratorios y la necesidad de una formación continua del profesorado pueden limitar la experiencia educativa. Mantener la motivación de los estudiantes es otro reto, especialmente si perciben la materia como difícil o irrelevante. A pesar de estos desafíos, la física en el bachillerato es fundamental no solo para aquellos que planean seguir carreras en ciencias o ingeniería, sino también para formar ciudadanos informados que puedan tomar decisiones fundamentadas sobre temas científicos y tecnológicos que afectan la sociedad [8]. La enseñanza efectiva de la física fomenta una comprensión crítica del mundo natural, promueve el pensamiento analítico y prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

Mejorar la motivación en física puede ser un desafío, pero hay varias estrategias efectivas que pueden hacer que los estudiantes se interesen y se comprometan más con la materia. Implementando estas estrategias, los docentes pueden crear un entorno de aprendizaje más atractivo y motivador, ayudando a los estudiantes a desarrollar un interés duradero por la física.

Conectar la física con la vida cotidiana

Una de las maneras más efectivas de motivar a los estudiantes es mostrar cómo los principios de la física se aplican en su vida diaria. Relacionar los conceptos físicos con situaciones y problemas del mundo real, como la explicación del funcionamiento de dispositivos tecnológicos, fenómenos naturales o incluso deportes, puede hacer que la materia sea más relevante y atractiva [9].

Uso de tecnologías y recursos digitales

Integrar tecnologías como simulaciones por computadora, aplicaciones interactivas y videos educativos puede hacer que el aprendizaje de la física sea más dinámico y atractivo [10]. Las simulaciones permiten a los estudiantes visualizar conceptos abstractos y experimentar con variables de manera segura y controlada, lo que puede facilitar una comprensión más profunda y entretenida.

Aprendizaje basado en proyectos y problemas

Fomentar un enfoque de aprendizaje basado en proyectos y problemas puede aumentar significativamente la motivación. Permitir que los estudiantes trabajen en proyectos que les interesen, donde puedan aplicar conceptos físicos para resolver problemas prácticos o construir dispositivos, les da un sentido de logro y relevancia. Este método también promueve la colaboración y el pensamiento crítico [11].

Incentivar la participación activa

En lugar de depender únicamente de la enseñanza tradicional, es importante involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje [12]. Esto puede incluir discusiones en clase, experimentos en laboratorio, actividades grupales y presentaciones. La participación activa ayuda a los estudiantes a sentirse más involucrados y responsables de su propio aprendizaje.

Ofrecer retroalimentación positiva y apoyo personalizado

Proporcionar retroalimentación positiva y apoyo personalizado puede aumentar la confianza y motivación de los estudiantes. Reconocer y celebrar sus logros, por pequeños que sean, y ofrecer orientación y apoyo cuando enfrenten dificultades, puede ayudar a mantenerlos motivados y comprometidos con la materia [13].

Introducción de Elementos Lúdicos

Incorporar elementos de juego en el aprendizaje de la física, como competiciones, desafíos, y el uso de plataformas de aprendizaje gamificadas, puede hacer que el estudio de la física sea más divertido y atractivo [14]. Estas actividades pueden despertar el interés y la curiosidad de los estudiantes, motivándolos a aprender más.

Fomentar una Mentalidad de Crecimiento

Es crucial ayudar a los estudiantes a desarrollar una mentalidad de crecimiento, donde entiendan que sus habilidades pueden mejorar con el esfuerzo y la práctica. Enseñarles a ver los desafíos y los errores como oportunidades de aprendizaje en lugar de fracasos puede aumentar su motivación y perseverancia [15].

A. Aplicación de la V de Gowin

El uso de la V de Gowin, también conocida como la heurística de Gowin, es una herramienta pedagógica que facilita la organización y comprensión del conocimiento. Esta técnica, desarrollada por Bob Gowin, es especialmente útil en la enseñanza de ciencias como la física, donde los conceptos pueden ser complejos y abstractos. La V de Gowin ayuda a los estudiantes a visualizar y estructurar información de manera que se relacionen las teorías y los conceptos con la práctica experimental y la aplicación real. La estructura de la V de Gowin consiste en un diagrama en forma de "V" que divide la información en dos lados: el lado conceptual y el lado metodológico. En el lado conceptual, se enumeran los conceptos teóricos, principios y leyes que subyacen a un tema específico de la física. En el lado metodológico, se detallan los procedimientos, técnicas y herramientas utilizadas para explorar y aplicar esos conceptos en experimentos y situaciones prácticas [16]. Esta división clara ayuda a los estudiantes a ver cómo los principios teóricos se traducen en prácticas reales y viceversa.

El uso de la V de Gowin en la educación puede tener un impacto positivo significativo en la enseñanza de la física. Primero, promueve una comprensión más profunda y holística del material, ya que obliga a los estudiantes a conectar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas. Esto no solo mejora la retención de la información, sino que también fomenta una mayor apreciación de cómo funciona el mundo físico. Al ver la relación directa entre teoría y práctica, los estudiantes pueden desarrollar un sentido más fuerte de relevancia y motivación para aprender. Además, la V de Gowin fomenta habilidades críticas como el pensamiento analítico y la resolución de problemas. Los estudiantes deben reflexionar sobre cómo los conceptos teóricos se aplican en diferentes contextos experimentales, lo que les obliga a pensar de manera crítica y a evaluar diferentes enfoques y métodos [10], [16]. Este proceso de reflexión y análisis es crucial para el desarrollo de habilidades científicas avanzadas y prepara a los estudiantes para enfrentar problemas complejos en su educación futura y en sus carreras profesionales.

Otra ventaja del uso de la V de Gowin es que facilita el aprendizaje colaborativo. Al trabajar en la construcción de una V de Gowin, los estudiantes pueden intercambiar ideas, discutir diferentes perspectivas y cooperar en la resolución de problemas. Este tipo de interacción no solo enriquece el aprendizaje individual, sino que también mejora las habilidades de comunicación y trabajo en equipo, que son esenciales en cualquier campo científico y profesional. De esta manera, la V de Gowin es una herramienta pedagógica poderosa que puede transformar la enseñanza de la física al hacer que los conceptos abstractos sean más accesibles y relevantes. Al vincular teoría y práctica de manera clara y estructurada, fomenta una comprensión más profunda y duradera del material. Además, promueve habilidades críticas y colaborativas que son fundamentales para el éxito académico y profesional de los estudiantes. Por estas razones, integrar la V de Gowin en la enseñanza de la física puede ser una estrategia altamente beneficiosa y efectiva.

III. METODOLOGÍA

La investigación se enmarcó en un diseño cuasiexperimental con dos grupos: un grupo experimental, que aplicó la V de Gowin en el desarrollo de las prácticas, y un grupo de control, que elaboró sus prácticas de laboratorio mediante el informe tradicional. Los grupos se conformaron con estudiantes de bachillerato que cursaban la asignatura de Física. Se les administró un pre-test y un post-test estandarizados del tipo Test of Scientific Reasoning (TSR) para medir el nivel inicial y final del dominio teórico, práctico y razonamiento científico. El desempeño académico se evaluó a través de las calificaciones obtenidas al finalizar las prácticas de laboratorio, utilizando un análisis de factor de ganancia de Hake y mejora porcentual para la interpretación de los resultados.

A. Diseño del experimento

En el grupo experimental, se realizó un pre-test utilizando el Test of Scientific Reasoning (TSR) y se implementó el uso de la V de Gowin en las prácticas de laboratorio de Física. Posteriormente, se administró el post-test TSR junto con una rúbrica de evaluación. En el grupo de control, se llevó a cabo un pre-test con TSR, se aplicó un informe tradicional para las prácticas de laboratorio de Física y, finalmente, se realizó el post-test con TSR y la misma rúbrica de evaluación. Cabe destacar que el TSR se refiere al Test of Scientific Reasoning (Prueba de Razonamiento Científico), como se indica en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los procesos aplicados.

Grupo	Pre-test	Tratamiento	Post-test
Experimental	TSR	Uso de la V de Gowin en las prácticas de laboratorio	TSR y rúbrica
Control	TSR	Informe tradicional de prácticas de laboratorio	TSR y rúbrica

B. Obtención de datos

Para la recopilación de datos, la investigación se llevó a cabo en distintos periodos, siguiendo la planificación y programación curricular de la asignatura de Física correspondiente al segundo nivel de bachillerato. La unidad de estudio seleccionada fue el bloque de contenidos o tópicos relacionados con la dinámica de los cuerpos, los cuales se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Programación Didáctica de los Contenidos de Física.

Unidad temática	Tema	Objetivo
Dinámica de los cuerpos	Leyes de newton	Relacionar el movimiento de un cuerpo con las fuerzas que actúan sobre él, a partir de la identificación e interpretación de las leyes de Newton.
	Fuerzas de la naturaleza	Analizar reflexivamente algunas aplicaciones y consecuencias de las leyes de Newton, con base en la descripción de situaciones cotidianas que involucran la existencia de fuerzas.
	Problemas de aplicación Teórico -Analítico sobre las leyes de Newton	Identificar cada una de las fuerzas presentes sobre un cuerpo en problemáticas diversas, a partir de la realización del diagrama de cuerpo libre.
	Test de Conocimiento	Evaluar los aprendizajes

En el primer periodo de ejecución de la investigación, se llevó a cabo una nivelación de conocimientos sobre los contenidos planificados para la unidad de estudio. Se empleó una metodología de enseñanza tradicional, enmarcada en los métodos deductivo e inductivo, la cual se desarrolló en el salón de clases. Al culminar esta etapa, se aplicó una evaluación que se consideró como el pre-test de dominio teórico-analítico. Además, se incluyeron preguntas de razonamiento científico (TSR) Test of Scientific Reasoning para obtener los primeros datos.

En la segunda parte de la investigación, se diseñaron las guías de trabajo práctico de laboratorio en función de los contenidos de la programación didáctica que se enseñaron a los estudiantes de manera tradicional, como se muestra en la tabla 1. La metodología se estructuró de manera que los estudiantes desempeñaran un rol activo, colaborativo y reflexivo, utilizando la V de Gowin en el proceso de aprendizaje. Se tuvieron en cuenta diversos aspectos en este diseño.

C. Estrategias de enseñanza de las guías de trabajos prácticos laboratorio

El planteamiento de situaciones problemáticas seleccionadas por el docente se basó en contextos cotidianos para despertar la curiosidad de los estudiantes. Estos generaron predicciones y explicaciones, iniciando así el análisis físico del problema y la construcción de un marco teórico. La planificación de la investigación se llevó a cabo de manera colaborativa, con una distribución de tareas en el grupo. Las conclusiones se alcanzaron mediante un debate colectivo, relacionando la pregunta, la teoría y los resultados. La comunicación oral de los resultados se realizó en grupos, seguida de una discusión colectiva y, a menudo, se elaboraron informes que incluían una síntesis en una V de Gowin. El docente actuó como mediador, proporcionando guías y rúbricas de evaluación antes de cada práctica de laboratorio, incluyendo la presentación y ejemplificación de la V de Gowin como herramienta de informe, la Figura 1 muestra el diagrama aplicado en las practicas experimentales.

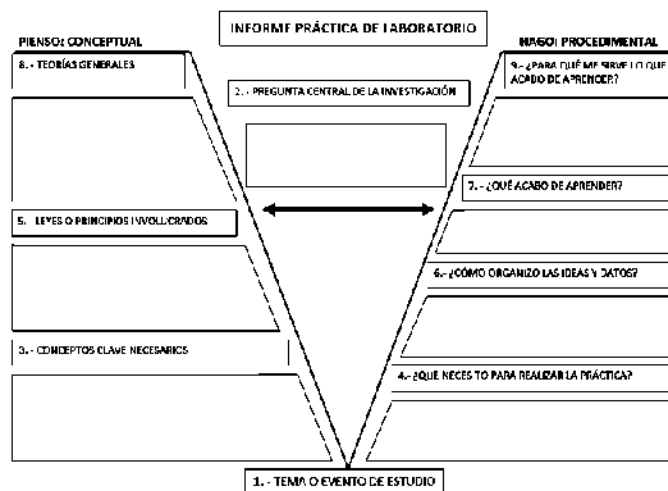


Fig. 1. Diagrama V adaptado como informe de prácticas de laboratorio.

El grupo de control recibió una capacitación previa a las prácticas de laboratorio sobre el diseño y elaboración de informes de trabajos prácticos, en la cual se socializó la rúbrica y los componentes metodológicos asociados al método científico que debían entregarse al finalizar cada práctica. Para evaluar el desempeño de los estudiantes en las prácticas de laboratorio de Física, tanto en el grupo que utilizó la V de Gowin como en el grupo que no la utilizó, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Establecer los criterios de evaluación de los componentes metodológicos.
2. Definir los parámetros de desempeño en cada criterio.
3. Asignar puntuación a cada nivel de desempeño.
4. Diseñar una matriz de criterios de evaluación, los niveles de desempeño y los puntajes asignados.
5. Medir el desempeño tanto individual como colectivo del grupo de estudiantes.

Posteriormente, se utilizaron los resultados numéricos de los criterios para evaluar las habilidades de razonamiento científico de los estudiantes, en función de cómo usan la V de Gowin o el informe de prácticas, respectivamente, para representar cada paso en el proceso de las prácticas experimentales desarrolladas.

Criterios a revisar:

- a. Identifica los objetivos y preguntas de la práctica.
- b. Identifica las hipótesis planteadas por los estudiantes.
- c. Identifica los procedimientos experimentales utilizados.
- d. Identifica los resultados obtenidos.
- e. Identifica las conclusiones obtenidas.

D. Desarrollo de las prácticas

Parte teórica

Se evaluaron a los estudiantes en dos momentos, en un pre y post test, donde se realizaron preguntas con base estructurada, donde se evaluó el conocimiento previo y posterior a las prácticas de laboratorios de los estudiantes. Las preguntas giraban en torno al manejo de conceptos, evidencia de los fenómenos, solución de hipótesis, cumplimiento de objetivos, entre otros [13].

Parte práctica

En esta parte se evaluaron de igual manera los conocimientos de los estudiantes, pero en la puesta en práctica y ejecución de dos experimentos de laboratorio, estas prácticas fueron antes y después de conocer la V de Gowin, en el caso del grupo experimental, el grupo control no se aplicó esto, sino el tipo de informe tradicional [14]. Las prácticas de laboratorio tuvieron objetivos diferentes de aprendizaje; en la práctica previa se midió la fuerza de rozamiento estático de un objeto y los factores que pueden influir en este fenómeno. En la práctica dos se propuso comprobar experimentalmente la segunda ley de Newton al variar la fuerza aplicada en un sistema de masa constante.

IV. RESULTADOS

Se realizaron pruebas para evaluar el razonamiento científico de los estudiantes en los momentos pre y post. En este aspecto se evaluó el conocimiento conceptual de los 76 estudiantes divididos en los dos grupos; el grupo de control y grupo experimental. Para la evaluación y comprobación de este estudio, se tomaron en cuenta las pruebas teóricas aplicadas en los grupos de estudio. En cada prueba se evaluó el razonamiento científico, más no el conocimiento textual de conceptos de cinemática, fuerza y movimientos. Sino más bien, en cómo estos funcionan o varían al ponerse en prácticas.

A. Intervención de la actividad experimental y la V de Gowin en los trabajos prácticos de laboratorio.

En esta fase se aplicaron pruebas evaluativas durante dos momentos a los 76 estudiantes divididos en dos grupos por igual, donde el grupo experimental aplicó la V de Gowin y el grupo de control la realización de informe tradicional. Para realizar la evaluación de comprobación de este estudio de la actividad experimental, se aplicó la ecuación (1) el factor ganancia de Hake medida que se utiliza para evaluar la mejora en el aprendizaje de los estudiantes en un contexto educativo [2]. La fórmula de Ganancia de Hake, reconoce valores como baja si la ganancia es menor o igual a 0,3, media si la ganancia está entre 0,3 y 0,7 y alta si la ganancia es mayor a 0,7.

$$g = \frac{\text{postest}\% - \text{pretest}\%}{100 - \text{pretest}\%} \quad (1)$$

Se calculó comparando el rendimiento de los estudiantes antes y después de una intervención educativa. Los cálculos para descubrir las mejoras porcentuales y las diferencias de cada una de ellas fueron se describen a continuación:

$$\text{Diferencia Absoluta} = \text{Postest}\% - \text{Pretest}\% \quad (2)$$

B. Resultados estadísticos de las partes teóricas y prácticas

Al inicio de la investigación, se reveló una visión limitada de los estudiantes respecto a la actividad experimental en la ciencia, lo cual no sorprendió dada su falta de experiencia en el ámbito. En la Tabla 3 y Tabla 4 se muestran los resultados de cada una de las etapas (Teóricas y Prácticas).

Tabla 3. Resumen de las ganancias teóricas y prácticas.

INDICADORES	Grupo experimental					
	TEÓRICA			PRÁCTICA		
	Pre-TEST	Post-TEST	Diferencia Absoluta	Pre-Práctica	Post-Práctica	Ganancia
Identifica los objetivos y preguntas de la práctica.	5%	70%	65%	10%	70%	66,67 %
Identifica las hipótesis planteadas por los estudiantes.	10%	75%	65%	15%	75%	70,59 %
Identifica los procedimientos experimentales utilizados.	8%	80%	72%	10%	80%	77,78 %
Identifica los resultados obtenidos.	14%	85%	71%	20%	85%	81,25 %
Identifica las conclusiones obtenidas.	18%	90%	72%	20%	90%	87,50 %

Los resultados muestran una mejora considerable en todos los indicadores evaluados en el grupo experimental. Se evaluaron cinco indicadores clave relacionados con la comprensión y aplicación de conceptos científicos, y se observaron mejoras notables en después de la intervención educativa. Los aumentos significativos de las ganancias en la identificación de conceptos básicos, hipótesis, procedimientos experimentales, resultados y conclusiones comparativas, con mejoras porcentuales que oscilaron entre ganancias medias desde 66,67 % y altas de 87,50% respectivamente.

Tabla 4. Resumen de las ganancias teóricas y prácticas.

INDICADORES	Grupo de Control					
	TEÓRICA			PRÁCTICA		
	Pre-TEST	Post-TEST	Diferencia Absoluta	Pre-Práctica	Post-Práctica	Ganancia
Identifica los objetivos y preguntas de la práctica.	6%	40%	34%	10%	50%	44,44 %
Identifica las hipótesis planteadas por los estudiantes.	12%	55%	43%	15%	55%	44,44 %
Identifica los procedimientos experimentales utilizados.	8%	40%	32%	10%	55%	50,00 %
Identifica los resultados obtenidos.	13%	35%	22%	20%	60%	50,00 %
Identifica las conclusiones obtenidas.	14%	40%	26%	20%	50%	37,50 %

El grupo de control también experimentó mejoras en todos los indicadores, aunque en menor medida que el experimental con aumentos o ganancias porcentuales medias, que variaron entre 44,44% y 50,00%. Estos resultados indican que la intervención educativa tuvo un impacto positivo en ambos grupos, siendo más significativo en el experimental en términos de mejora porcentual y diferencia absoluta en la mayoría de los indicadores. Estos hallazgos ofrecen una visión detallada del desempeño de los estudiantes y pueden orientar decisiones pedagógicas futuras para mejorar la enseñanza.

La intervención basada en la aplicación de la V de Gowin y el Informe Tradicional condujo a mejoras notables en la capacidad de los estudiantes para abordar distintos aspectos de la investigación científica. Las ganancias de aprendizaje, expresadas en porcentajes, proporcionan una medida cuantitativa de la efectividad de la intervención, destacando un impacto más marcado en el grupo que implementó la V de Gowin. Esto sugiere la relevancia de esta metodología en el desarrollo de habilidades científicas.

La aplicación de la V de Gowin generó una mejora sustancial en los estudiantes del grupo experimental, quienes inicialmente tenían una percepción limitada de la actividad experimental, enfocándose principalmente en el montaje y la medición sin comprender conceptos clave como el valor promedio, la incerteza, las cifras significativas y la apreciación de instrumentos. Por otro lado, el Grupo de control, también experimentó mejoras, aunque menos marcadas que el grupo experimental, a pesar de trabajar eficazmente en grupos cooperativos. Ambos grupos colaboraron de manera armoniosa, mostrando entusiasmo y contribuciones individuales, sin diferencias notables en este aspecto.

Estos hallazgos resaltan la eficacia de la intervención educativa, evidenciando el impacto diferencial de la V de Gowin en la comprensión y aplicación de los procesos experimentales por parte del grupo experimental. La intervención centrada en la V de Gowin fue crucial para transformar la percepción y comprensión de la actividad experimental. De esta manera, se puede afirmar que, la aplicación de la V de Gowin no solo ayudó a cerrar las brechas conceptuales de los estudiantes, sino que también promovió una comprensión más profunda y completa de la actividad experimental. El contraste entre el progreso del grupo de experimentación y control destaca la efectividad de enfoques pedagógicos innovadores en comparación con métodos más tradicionales. Estos resultados sugieren que la introducción de estrategias educativas creativas y reflexivas puede tener un impacto significativo en el desarrollo de habilidades científicas y la comprensión global de los procesos experimentales.

CONCLUSIONES

La convergencia de elementos analizados en esta investigación ha confirmado su eficacia para propiciar cambios cognitivos significativos en los estudiantes. Esta metodología ha fortalecido la conexión esencial entre lo teórico y lo metodológico, estableciendo una relación intrínseca e indivisible.

Una vez más, a pesar de haber cursado asignaturas de ciencias, los estudiantes no lograron construir una visión coherente sobre la naturaleza de la actividad experimental y la interrelación teoría-experimento. Esto señala que la forma tradicional de enseñar ciencias no es suficiente para contribuir eficazmente a alcanzar este objetivo crucial en la educación científica de los jóvenes, reforzando así los resultados obtenidos en este estudio.

La metodología empleada en la investigación ha demostrado ser efectiva para identificar problemas inherentes al desempeño en el aula, generando aportes valiosos para la reflexión y la toma de decisiones de manera cíclica después del trabajo de laboratorio. Esta metodología no solo ha facilitado la mejora sino también la transformación de la práctica educativa, promoviendo la reflexión crítica y el auto cuestionamiento en el entorno estudiantil.

REFERENCIAS

- [1] D. Hodson, «hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio» Enseñanzas de las Ciencias, vol. 12, nº 3, pp. 299 - 313, 1994.
- [2] M. Pesa y A. M. La concepción estándar de las ciencias y las propuestas superadoras - algunas implicaciones para la educación en ciencias, Venezuela, 2021.
- [3] M. Seré, «La enseñanza en el laboratorio ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?» Enseñanza de las ciencias, vol. 3, nº 20, pp. 357-368, 2022.
- [4] D. Gil y P. Valdés, «La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo,» 1996. [En línea].
- [5] C. Tenreiro- Vieira y R. Márques, «Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos,» [Último acceso: Diciembre 2023].
- [6] M. Andrés, «Diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y cognitivas: Caso profesora de física,» España, 2005.
- [7] M. Andrés, M. Pesa y M. Moreira, «El trabajo de laboratorio en cursos de Física desde la teoría de los campos conceptuales,» Ciencia y Educación , vol. XXII, nº 2, pp. 129-142, 2006.
- [8] I. Sanabria y M. Ramirez, «Una estrategia de aprendizaje para integrar teoría y laboratorio de Física mediante los mapas conceptuales y la V de Gowin,» España , 2004.
- [9] P. García, M. Insausti y M. Merino, «Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagrama V,» Electrónica de Enseñanza de las Ciencias , vol. 2, nº 1, 2003.

-
- [10] M. Andrés, J. Meneses y M. Pesa, «Efectividad meta cognitiva de la heurística V de Gowin en trabajos de laboratorio centrados en la resolución de problemáticas,» *Indivisa*, Madrid, 2006.
- [11] J. Adell y I. Bernabé, «El aprendizaje colaborativo en las webquests,» 2007.
- [12] E. Lin, «Cooperative learning in the science classroom,» *The Science Teacher*, pp. 34-40, 2006.
- [13] Ministerio de Educación del Ecuador, *Guía Pedagógica del Estudiante - Física para Bachillerato*, Quito, 2011, pp. 15 - 30.
- [14] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, *Física. Fundamentos teóricos-prácticos de la cinética, estática y dinámica para ciencias e ingenierías*, 2023, pp. 203-315.
- [15] IBM, *ANOVA de un factor*, Última edición ed., 2023, p. 80.
- [16] L. J. Montero Cortés, «Análisis de la ganancia de aprendizaje en la enseñanza de las ecuaciones lineales implementando un entorno personal de aprendizaje,» Diciembre 2022.
[Enlínea].Available:<https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/citas/article/view/7560>.

Las ferias de emprendimiento como herramienta estratégica para el desarrollo del networking

Nancy Fabiola Moreano Terán
<https://orcid.org/0009-0000-3908-246X>
nancy.moreano@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi
Latacunga, Ecuador

Sara Alejandra Armijos Ango
<https://orcid.org/0000-0001-9629-0839>
sara.armijos3995@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi
Latacunga -Ecuador

Luis Fredy Basantes Moreano
<https://orcid.org/0000-0001-7336-7549>
lfbasantes@espe.edu.ec
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE
Sangolquí, Ecuador

Magaly Isabel Aulestia Herrera
<https://orcid.org/0000-0002-3376-1733>
miaulestia@espe.edu.ec
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE
Sangolquí-Ecuador

Recibido (28/06/2024), Aceptado (22/07/2024)

Resumen: En el presente estudio se analizaron las ferias de emprendimiento como una herramienta estratégica para el desarrollo del networking, haciendo hincapié en la creación de redes empresariales que permitan el establecimiento de relaciones comerciales. Así mismo, se discutió la importancia del emprendimiento en el contexto económico actual y se destacó el papel de las ferias de emprendimiento como espacios para que productores y consumidores se reúnan con el fin de generar nuevas oportunidades o financiamiento para la creación de pequeñas empresas o ideas de negocios. Los resultados obtenidos mostraron que este tipo de eventos son el punto de partida para el desarrollo del networking a través de la participación de los emprendedores que han logrado acceder a nuevos mercados, complementar cadenas de comercialización, distribución, difusión de los productos, fidelización del cliente, y, sobre todo, la generación de relaciones comerciales y conexiones estratégicas para el avance e innovación de nuevas empresas.

Palabras clave: ferias de emprendimiento, networking, relaciones comerciales.

Entrepreneurship fairs as a strategic tool for the development of networking

Abstract.- In the present study, entrepreneurship fairs were analyzed as a strategic tool for the development of networking, with emphasis on the creation of business networks that facilitate the establishment of commercial relationships. Additionally, the importance of entrepreneurship in the current economic context was discussed, highlighting the role of entrepreneurship fairs as spaces where producers and consumers can meet to generate new opportunities or secure funding for the creation of small businesses or business ideas. The results obtained showed that these events serve as a starting point for the development of networking through the participation of entrepreneurs who have successfully accessed new markets, complemented commercialization chains, improved product distribution and promotion, enhanced customer loyalty, and, most importantly, generated commercial relationships and strategic connections for the advancement and innovation of new businesses.

Keywords: fairs entrepreneurship, networking, commercial relations.

I. INTRODUCCIÓN

Las ferias de emprendimiento promueven la innovación a través del intercambio de ideas y perspectivas entre emprendedores de diferentes sectores y áreas de producción. Las conexiones que las ferias permiten con personas que no son cercanas ni familiares enriquecen la diversidad de información, conduciendo a la generación de ideas innovadoras, soluciones creativas, que aumentan la probabilidad de acceso a recursos y conocimientos únicos fundamentales para el ajuste y mejora de los modelos productivos [1] [2]. Aparecen como agentes importantes para la creación de pequeñas y medianas empresas que son la base de la estructura económica de los países. En América Latina y el Caribe se muestra la tasa de la actividad emprendedora en etapa temprana, mientras que en países como Perú la tasa de actividad es del 24,6 %, en Guatemala es del 24,8% y en Ecuador esta tasa corresponde al 29,6 %. Estos porcentajes demuestran que, por cada 4 personas, una se encuentra involucrada en la puesta en marcha de un negocio con menos de 3,5 años de creación. Según el Global Innovation Index 2019 (Índice de Innovación Global 2019), el Ecuador se ubica en el puesto 99 entre los 129 países y economías de todo el mundo, en desempeño en materia de innovación, estos resultados están contrastados por el crecimiento económico negativo del país sumado a los problemas generados a raíz del COVID-19 [3].

Un emprendimiento en América Latina tiene 3,7 veces menos probabilidades de subsistir por factores como la falta de financiamiento para el inicio de las actividades como el capital de trabajo, el establecimiento de redes comerciales o vínculos personales para el crecimiento del negocio, donde el factor principal que termina con el negocio es el inmaduro desarrollo del producto [4]. Ecuador ocupa las primeras posiciones en América Latina en actividades de emprendimiento, según el reporte de Total Early-Stage Entrepreneurial Activity del 2017 donde se determinó que la actividad comercial inicia por la necesidad económica debido principalmente al alto índice de desempleo, sin embargo, existe un alto índice de mortalidad de las empresas nacientes donde el promedio de vida no supera el año, de tal manera que existe una dinámica de aparición y desaparición constante a lo largo del tiempo [5]. En este sentido, el desarrollo del networking es fundamental para los emprendedores, no solo porque permite la creación de relaciones laborales sino porque ayuda a dar visibilidad a los productos o servicios [6]. De este modo, hablar de networking no se refiere necesariamente a las ventas, sino que, además, consiste en identificar y aprovechar oportunidades claves que serán un ente de crecimiento del emprendimiento [7].

Bajo este contexto es importante señalar que según la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) del Ecuador, las Instituciones de Educación Superior son las responsables de ejecutar las funciones sustantivas de Docencia – Investigación y Vinculación con la sociedad con el objetivo de contribuir desde la academia con el desarrollo de proyectos de innovación. En este sentido, la universidad puede generar impactos positivos en la comunidad como contribuir al emprendimiento, a través de la transición del conocimiento especializado en torno a fomentar y motivar a los docentes y estudiantes a emprender o incubar ideas que permitan cubrir necesidades del mercado. De esta manera se puede entender que la educación superior es la fuente de la formación del capital humano para grandes desafíos, por ello, actualmente juegan un papel muy importante en la formación de emprendimientos a través de cursos, seminarios, centros de apoyo, asesorías, incubadoras que fortalecen la vinculación de un ecosistema emprendedor y de la misma manera optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje [8].

El objetivo de esta investigación es determinar si las ferias de emprendimiento son escenarios estratégicos para el desarrollo del networking y el crecimiento del emprendedor.

II. DESARROLLO

El networking se define como el proceso o habilidad que permite crear una red de contactos con el fin de mantener conexiones en distintas áreas, generando beneficios comerciales o laborales, mejorando las habilidades sociales y de comunicación a través de la interacción [9], ampliando intereses a través de la conexión entre personas e instituciones interesadas en el negocio, proyecto o empresa [10]. De este modo, el networking se convierte en la suma de las relaciones y conocimientos que le aportan a un emprendedor un sinnúmero de recursos para el desarrollo de sus actividades, considerando cuatro perspectivas importantes que son la internacionalización, el mercadeo, la innovación y el financiamiento [11].

Por otro lado, las actividades comerciales requieren de una dinámica muy competitiva que obliga a buscar mecanismos de difusión y comercialización de bienes y servicios [12], en este sentido, las ferias de emprendimiento se han constituido como un instrumento estratégico para el fortalecimiento y promoción de microempresas [13]. En este escenario, el asesoramiento y mentoría de los emprendedores permite desarrollar valiosas propuestas enfocadas en la innovación con la perspectiva de alcanzar conexiones con actores claves del mundo empresarial. De este modo, las ferias de emprendimiento son el canal abierto para el desarrollo del networking, ya que cuando el potencial cliente o persona interesada en el producto, visita una feria de emprendimiento, se lleva en la mente el nombre, colores o sensaciones y comparte la información con otras personas, lo que ayuda a la construcción de una red en donde existen personas hablando del producto y promoviendo la búsqueda de información en los espacios de ferias de emprendimiento [14].

III. METODOLOGÍA

Para la recopilación de datos se aplicó un cuestionario de 10 preguntas a una muestra aleatoria de 100 emprendedores activos, que se desempeñan en diversos sectores productivos. Los 100 encuestados son parte del Centro de Emprendimiento (CEUTC), perteneciente a la dirección de Vinculación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en Ecuador, responsable de promover ferias de emprendimiento con el propósito de generar espacios en los que los emprendedores de la Provincia de Cotopaxi expongan sus productos y servicios a la comunidad.

Los datos recolectados consistieron en evaluar si el emprendedor ha participado antes en otras ferias, así como evaluar la opinión de los emprendedores con relación a las ferias y su interacción con otros empresarios y con el público en general, además, se consideró la opinión de los emprendedores para conocer el tiempo de dedicación a su producto y de qué manera se posiciona en el desarrollo local. Todo esto con el fin de conocer la relevancia de la feria de emprendimiento y las posibilidades de hacer con mayor frecuencia este tipo de actividades que fomenta y promueve el desarrollo económico local.

Posteriormente, los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva e inferencial a través del software estadístico IBM SPSS Statistics versión 26 donde se calcularon las medidas de tendencia central de las variables cuantitativas (número de relaciones comerciales, número de participaciones en ferias y tiempo de dedicación del emprendimiento) y las frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas (importancia de las relaciones comerciales, impacto positivo establecido en las ferias para el desarrollo del proyecto, recomendación de participación en las ferias de emprendimiento, expectativas de participación en ferias y efectos del networking).

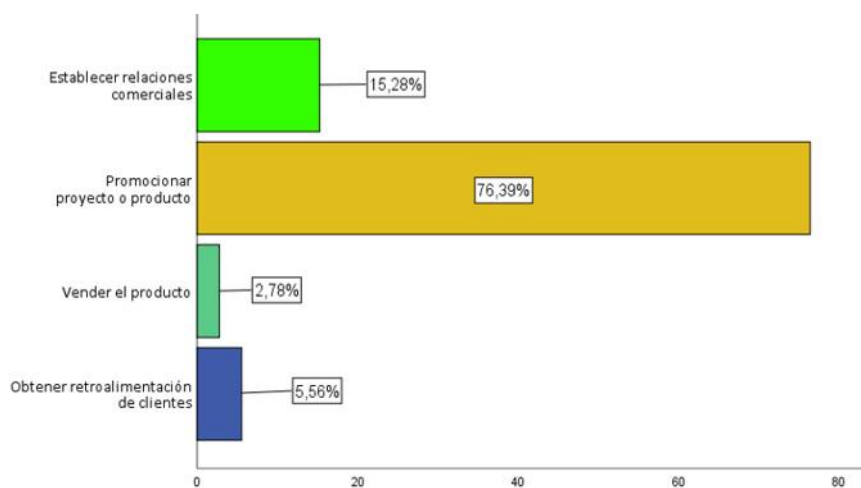
Para medir las variables cualitativas se empleó una ficha de observación que incluyó categorías y escalas descriptivas, la Tabla 1 describe la estructura de la ficha:

Tabla 1. Ficha de observación para variables cualitativas.

Aspecto evaluado	Categoría	Escala descriptiva
Importancia de las relaciones comerciales	No es importante Poco importante Algo importante Importante Muy importante	1 - No es importante 2 - Poco importante 3 - Algo importante 4 - Importante 5 - Muy importante
Impacto para el desarrollo del proyecto establecidas en las ferias	Muy bajo impacto Bajo impacto Mediano impacto Alto impacto Muy alto impacto	1 - Muy bajo impacto 2 - Bajo impacto 3 - Mediano impacto 4 - Alto impacto 5 - Muy alto impacto

IV. RESULTADOS

Las ferias de emprendimiento reúnen a actores activos como emprendedores, inversores, mentores y otros profesionales del ecosistema empresarial, cada uno de ellos asisten con objetivos y expectativas diferentes tal como se observa en la figura 1. En este sentido, varios estudios [15], [16] han demostrado que las ferias de emprendimiento son una herramienta mediática no masiva de promoción, donde los emprendedores pueden cumplir con las expectativas, llamando la atención de los potenciales clientes para vender el producto, conectándose con nuevos mercados, accediendo a más clientes en un solo lugar, realizando estudios de mercado y manteniéndose informados sobre las tendencias de consumo. De este modo, es evidente que la asistencia a las ferias de emprendimiento permite el desarrollo del networking a través de la promoción del proyecto o producto que ayuda a elevar el número de ventas y también obtener retroalimentación de clientes para mejoras futuras.

**Fig. 1.** Expectativas de participación en ferias.

Por otro lado, se analizó el número de participaciones en el periodo de un año en las convocatorias mensuales de las ferias de emprendimiento organizadas por el "CEUTC" u otras organizaciones y posteriormente se determinó el número de relaciones comerciales (networking) que se han logrado durante dicha participación. Los resultados muestran que de los 100 encuestados el promedio de participación es de 11 ferias anuales, lo que indica que todos los participantes asistieron por lo menos a una feria en el transcurso de un año y como dato relevante se presenta que al menos una persona asistió a 50 ferias en los últimos doce meses.

La tabla 2 describe el coeficiente de correlación entre el número de participación en ferias y el número de relaciones comerciales (networking) establecidas en ellas, determinando el impacto para el desarrollo del proyecto o producto, datos que demuestran que la asistencia a ferias de emprendimiento es esencial para el desarrollo del networking y para la evolución del emprendimiento.

Tabla 2. Coeficiente de correlación entre variables

Aspecto evaluado	Número de participación en ferias	Número de relaciones comerciales	Importancia de las relaciones comerciales establecidas en las ferias
Número de relaciones comerciales	0,428 *		
Importancia de las relaciones comerciales establecidas en las ferias	0,182	0,148	
Impacto para el desarrollo del proyecto o producto	0,058	0,270	0,575

La figura 2 muestra la relación de dependencia entre el número de participaciones en las ferias de emprendimiento y las relaciones comerciales concretadas en estos eventos, estos resultados demuestran que a medida que los emprendedores asisten a las ferias, existe una tendencia creciente a obtener mayores relaciones comerciales; sin embargo, es importante tener en cuenta que esta correlación no implica causalidad, lo que quiere decir que pueden influir otros factores internos o externos en el desarrollo del networking. De este modo, se observa que la asistencia a ferias de emprendimiento permite el desarrollo del Networking al producirse intercambio de información y acercamiento directo de los principales actores. Las ferias de emprendimiento son el instrumento que permite obtener clientes en tiempos reducidos [17], en este punto cabe destacar que la mayoría de los clientes que visitan las feria no compran el producto, pero se llevan la información y la comparten con más personas, de este modo, en el siguiente evento el cliente buscará el producto y finalmente lo adquirirá [18].

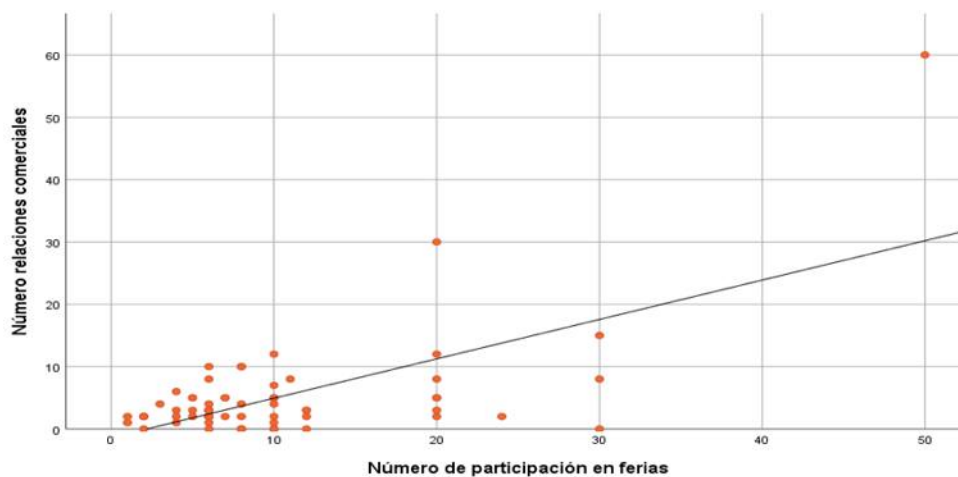


fig. 2. Tendencia de relaciones comerciales en ferias.

Para identificar el factor que influye de manera significativa en el aumento de las relaciones comerciales se aplicó el Diagrama de Pareto (Figura 3) donde se identificó que el factor (A) correspondiente al número de participación en ferias, es la variable que influye de manera significativa en el número de relaciones comerciales establecidas, mientras que los factores (B) impacto para el desarrollo del proyecto o producto y (C) tiempo de dedicación del emprendedor, no influyen en el número de relaciones comerciales obtenidas por los emprendedores.

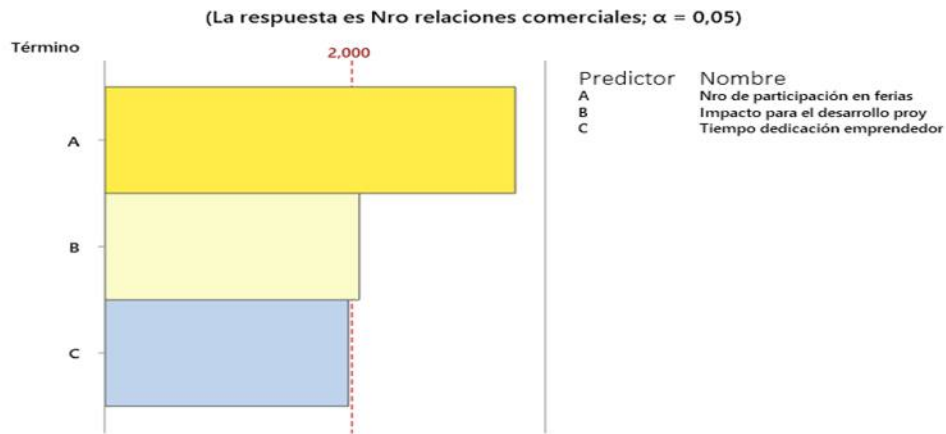


fig. 3. Factores que influyen en las relaciones comerciales.

Frente a estos resultados podemos afirmar que las ferias de emprendimiento más allá de ser un canal de comunicación son una herramienta fundamental para el desarrollo del networking, permiten la relación de elementos fundamentales como la difusión y promoción del producto, el incremento de ventas, la creación de alianzas estratégicas, el acceso a nuevos mercados o clientes, la obtención de financiamiento, entre otros. Los datos antes mencionados se muestran en la figura 4 donde se observa que las experiencias de los emprendedores en las ferias tienen resultados positivos porque se cumple con los objetivos y expectativas deseadas por los participantes (Figura 1). Así mismo, estos resultados demuestran que el desarrollo del networking, ha servido a los emprendedores para potenciar las ventas del producto o servicio, agilizar procesos e incrementar el número de ventas, a través de la fidelización de los clientes que deja abierta la posibilidad a futuras compras e interacciones.

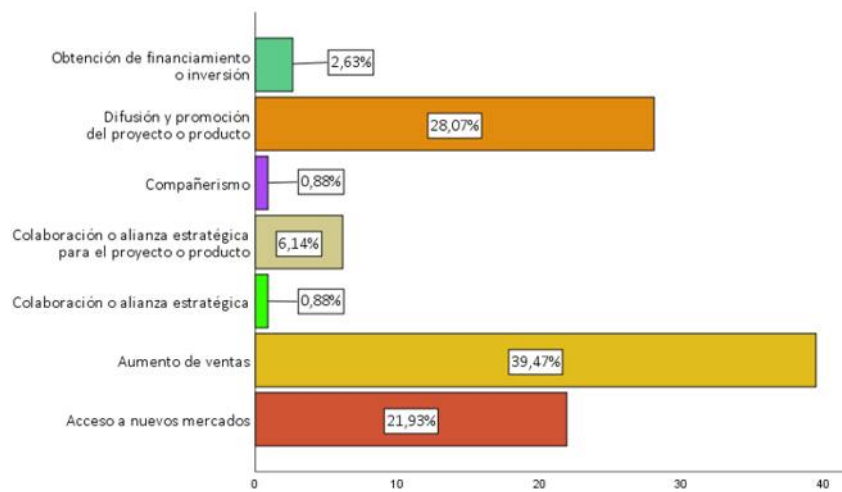


fig. 4. Efectos del Networking

Finalmente, para establecer si existe relación entre las variables cualitativas impacto positivo establecido en las ferias para el desarrollo del proyecto y recomendación de participación en las ferias de emprendimiento, se realizó la prueba de chi cuadrado donde se determinó que el p-valor es igual a 0,001 siendo menor a $\alpha = 0,05$, por lo que se concluye que el impacto es muy positivo en el desarrollo del proyecto o producto debido a las relaciones comerciales establecidas y por lo tanto, los emprendedores recomiendan a otras personas la participación en ferias como estrategia para establecer relaciones comerciales.

Todas estas afirmaciones se validan con otros autores [19] que afirman que las ferias al margen de ser un evento económico/empresarial es un fenómeno cultural y social, además, como ya se ha mencionado anteriormente, constituyen una herramienta estratégica para el desarrollo del networking permitiendo a los emprendedores convertirse en agentes de cambio social que aportan al crecimiento económico de la localidad [20]. En este sentido, se torna necesaria la ampliación de políticas públicas en instituciones del estado que impulsen el emprendimiento.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye que las ferias de emprendimiento son una herramienta fundamental para el desarrollo del networking, constituyendo puntos de encuentro estratégicos donde los emprendedores, inversionistas y expertos convergen para intercambiar ideas y oportunidades. Estas conexiones no solo permiten el establecimiento de relaciones comerciales, sino que son esenciales para el crecimiento de las ideas de negocios y proyectos en desarrollo.

La importancia del networking en este contexto va más allá de la mera creación de contactos. Las conexiones establecidas en las ferias de emprendimiento se revelan como elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de ideas de negocios y proyectos en etapa inicial. La posibilidad de establecer relaciones comerciales sólidas y colaborativas puede catalizar el impulso de emprendimientos, brindando oportunidades de financiamiento, asesoramiento estratégico y acceso a recursos fundamentales.

Los resultados subrayan que las ferias de emprendimiento no solo cumplen la función de vitrinas para proyectos innovadores, sino que también se erigen como espacios dinámicos donde las conexiones y sinergias entre emprendedores y otros actores del ecosistema empresarial son fundamentales para el progreso y éxito continuo de iniciativas emprendedoras.

Además, cabe destacar que las ferias de emprendimiento no solo facilitan la creación de vínculos comerciales inmediatos, sino que también generan un impacto a largo plazo al fortalecer las comunidades empresariales locales. La colaboración y el intercambio continuo de conocimientos en estos eventos no solo benefician a los emprendedores individualmente, sino que contribuyen al enriquecimiento colectivo del ecosistema empresarial. Este aspecto comunitario resalta la importancia de estas ferias como catalizadores de la innovación y el desarrollo económico sostenible.

En última instancia, los hallazgos respaldan la noción de que las ferias de emprendimiento son más que simples eventos transitorios; son motores dinámicos que impulsan la economía empresarial y fomentan la construcción de relaciones a largo plazo. Al reconocer la valiosa red de conexiones que estas ferias pueden generar, se subraya su papel esencial no solo como plataformas de exhibición, sino como agentes activos en la construcción de un tejido empresarial sólido y conectado, vital para el florecimiento continuo de la innovación y el emprendimiento.

RECONOCIMIENTO

Expresar el sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, al director del Centro de Emprendimiento, Mg. Edwin Ramiro Cevallos Carvajal, quien proporcionó las facilidades y acercamiento con los emprendedores para poder levantar los datos de la investigación, de la misma manera a todos los emprendedores de la provincia de Cotopaxi quienes han colaborado y participado en las ferias organizadas por el "CEUTC" para compartir sus experiencias.

REFERENCIAS

- [1] R. J. Flores Oyarzo, "Elaboración de un mapa regional del ecosistema de emprendimiento e innovación en base al uso de ARS para la región del Biobío," Tesis de grado, Dept. de Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 2022.
- [2] M. L. S. García y M. E. C. Adame, "Retos para el emprendimiento femenino en América Latina," *Criterio Libre*, vol. 13, no. 22, pp. 129-152, Jun. 2015, doi: 10.18041/1900-0642/criteriolibre.2015v13n22.129.
- [3] P. J. Ríos Ríos, "Análisis de la calidad en la producción de tablas empresa Industrial Maderera San Juan s.a.c, mediante el diagrama de Pareto," Tesis de grado, Dept. de Ciencias Forestales, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana, Iquitos, Perú, 2021.
- [4] M. O. Vercelli, "El financiamiento de start-up y emprendimientos en la ciudad de Córdoba, ¿La falta de financiación lleva a la muerte prematura de las Pymes? Una aproximación post-mortem para las empresas de la ciudad de Córdoba," Tesis de grado, Dept. de Contador Público, Universidad Siglo 21, Córdoba, Argentina, 2021.
- [5] M. Rodríguez, "Ferias comerciales en la estrategia de marketing: una aplicación a las ferias de turismo," Seminario Permanente de Ciencias Sociales, 2013, pp. 3-19.
- [6] F. J. Santos, M. d. I. O. Barroso y C. Guzmán, "La economía global y los emprendimientos sociales," *Rev. Econ. Mund*, vol. 4, no. 35, pp. 177-196, Sep. 2013, doi: 10.33776/rem.v0i35.4747
- [7] F. De los Ríos, "Networking para emprendedores: ventajas de generar contactos profesionales," CEA+Empresas, [En línea]. Available: <https://masempresas.cea.es/networking-emprendedores-ventajas-generar-contactos-profesion>.
- [8] P. F. Mora Pacheco, "Jóvenes universitarios y su apuesta al emprendimiento social," *Rev. Econ. Política*, no. 30, pp. 3-27, Jul. 2019.
- [9] Y. Canalejas, "¿Qué es el networking empresarial?," ESEM, [En línea]. Available: <https://esem.es/blog/que-es-el-networking-empresarial/>.
- [10] J. Saavedra, "Los Retos de los Emprendedores," [En línea]. Available: <https://todossomoscienciaconicyt.wordpress.com/2019/07/11/los-retos-de-los-emprendedores/>.
- [11] D. Gambarota y M. Lorda, "El turismo como estrategia de desarrollo local," *Revista Geográfica Venezolana*, vol. 58, no. 2, pp. 346-359, Feb. 2017.
- [12] Y. González y C. Estríela, "Acciones para la gestión de la calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos en un restaurante con servicio bufet," *Gerencia y Políticas de Salud*, vol. 11, no. 22, pp. 123-140, Abr. 2012.
- [13] M. Álamo, "Las ferias de emprendedores de Villa Harding Green y Del Lago como herramientas para el desarrollo de la economía social, comunitaria y solidaria en Bahía Blanca," XXI Jornadas de Geografía de la UNLP, 2019.
- [14] R. Alcaraz, "El emprendedor de éxito," *Bol. Científico Las Cienc. Económico Adm. ICEA*, vol. 5, no. 9, 2017, doi: 10.29057/icea.v5i9.2099.
- [15] S. Armijos Anco, "Aprendiendo a emprender recopilación desde la academia, principios y fundamentos del emprendimiento y la innovación," 1ra ed. Babahoyo: Editorial CIDEPRO, 2021, doi: 10.29018/978-9942-823-85-4.
- [16] B. & M. School, "Cuáles son las principales ventajas de las ferias comerciales," 2023. [En línea]. Available: <https://www.esic.edu/rethink/comercial-y-ventas/cuales-son-las-principales-ventajas-de-las-ferias-comerciales>.
- [17] L. Sánchez, "Turismo y comunidad receptora. Un estudio en la costa venezolana," *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, vol. 19, no. 54, pp. 79-101, Abr. 2009.
- [18] H. Boz, M. Bahrami, Y. Suhara, B. Bozkaya y S. Balcisoy, "An Exploratory Visual Analytics Tool for Multivariate Dynamic Networks," *EuroVis Workshop on Visual Analytics*, pp. 19-23, 2020, doi:10.2312/eurova.20201081.

[19] A. Grosfeld-Nir, B. Ronen y N. Kozlovsky, "The Pareto managerial principle: when does it apply?," Int. J. Prod. Res., vol. 45, no. 10, pp. 2317-2325, May. 2007, doi: 10.1080/00207540600818203.

[20] S. Robledo, G. Osorio y C. Lopez, "Networking en pequeña empresa: una revisión bibliográfica utilizando la teoría de grafos," Revista Vínculos, vol. 11, no. 2, pp. 6-16, Jul. 2014, doi: 10.14483/2322939X.9664.

LOS AUTORES



Nancy Fabiola Moreano Terán, Ingeniera Agroindustrial, Mg. Gestión de la Producción y Ambiente, Mg. en Agroindustria mención Tecnología de Alimentos, Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, Docente Tutor de Vinculación Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

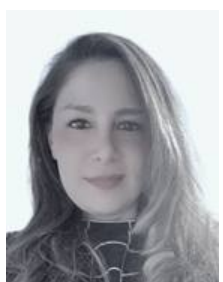


Sara Alejandra Armijos Ango, Ingeniera en Administración de Empresas Turísticas y Hoteleras, Mg. en Dirección y Planificación del Turismo de la Universidad de Girona-España.

Docente Coordinador CEUTC – Ferias de Emprendimiento Institucional, Docente Universidad Técnica de Cotopaxi – Ecuador.



Luis Fredy Basantes Moreano, Ingeniero Automotriz, Mg. en Docencia Matemática, Docente Titular Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Coordinador de Vinculación Departamento Ciencias Exactas, Maestrante en Estadística Aplicada de la Universidad Técnica de Manabí – Ecuador.



Magaly Isabel Aulestia Herrera, Ingeniera en Biotecnología, Master en Microbiología Avanzada, Doctora en Biotecnología e Ingeniería química, Docente en Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE sede Latacunga – Ecuador.

Evaluación de confiabilidad operativa en un alimentador eléctrico de distribución

César Augusto Taday Álvarez
<https://orcid.org/0009-0000-5867-7637>
ctaday@eersa.com.ec
Empresa Eléctrica Riobamba
Riobamba-Ecuador

Mauricio Eduardo Mullo Pallo
<https://orcid.org/0009-0004-4228-4344>
mauricio.mullo@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi
Latacunga-Ecuador

Mauro Stalin Castro Yánez
<https://orcid.org/0009-0001-0207-6012>
scastro@eersa.com.ec
Empresa Eléctrica Riobamba
Riobamba-Ecuador

Carlos Daniel Mejía Banda
<https://orcid.org/0009-0001-5681-6848>
dmejia@eersa.com.ec
Empresa Eléctrica Riobamba
Riobamba-Ecuador

Autor de correspondencia: mauricio.mullo@utc.edu.ec

Recibido (29/06/2024), Aceptado (27/07/2024)

Resumen: En este trabajo se analizaron las opciones de repotenciación, reconfiguración y transferencia automática de carga que puede tener un alimentador. El estudio se realizó desde la cabecera de una subestación de distribución, usando el aplicativo CYMDIST, a través del cual se determinaron la tasa de fallas, el tiempo de reparación, así como los índices de disponibilidad e indisponibilidad. Mediante el módulo "Reliability Analysis" del software CYMDIST, se obtienen los índices de confiabilidad orientados al consumidor, permitiendo identificar una reconfiguración y la ruta óptima en un tiempo de análisis razonable. Los principales resultados muestran que el tiempo de reparación debe ser menor que el de maniobra para la reconexión. También fue posible definir las condiciones de aseguramiento de funcionamiento adecuado antes y después de la falla, así como la ubicación de los equipos de reconexión automática y el sistema de comunicación utilizado.

Palabras clave: confiabilidad, transferencia de carga, tasa de falla.

Evaluation of operational reliability in an electrical distribution feeder

Abstract: This work analyzes the options for repowering, reconfiguration, and automatic load transfer that a feeder can have. The study was carried out from the head of a distribution substation using the CYMDIST application, through which the failure rate, repair time, and availability and unavailability indices were determined. Using the "Reliability Analysis" module of the CYMDIST software, consumer-oriented reliability indices are obtained, allowing a reconfiguration and the optimal path to be identified in a reasonable analysis time. The main results show that the repair time should be shorter than the maneuvering time for reconnection. It was also possible to define the conditions for ensuring proper operation before and after the fault, the location of the automatic reconnection equipment, and the communication system used.

Palabras clave: reliability, load transfer, failure rate.

I. INTRODUCCIÓN

La electricidad es un servicio esencial para el desarrollo de la sociedad y la economía, constituyendo un sector estratégico que experimenta un crecimiento continuo. En este sentido, resulta imperativo que los usuarios cuenten con un suministro eléctrico ininterrumpido las 24 horas del día. De manera, que, en el caso de presentarse alguna interrupción en el sistema, esta debe ser solucionada en el menor tiempo posible para minimizar el impacto [1]. De esta manera, la fiabilidad en el suministro de electricidad se refiere a la capacidad del sistema para satisfacer de manera continua la demanda energética del consumidor, manteniendo los estándares de calidad requeridos [2].

Actualmente, el avance de la tecnología ha enfatizado la importancia de restablecer el servicio de energía eléctrica lo antes posible, asegurando que este proceso no cause daños a los usuarios finales de las empresas distribuidoras de energía eléctrica [3]. Estas empresas son responsables de identificar los tipos de fallas que se producen en un sistema de distribución, lo que permite implementar mejoras que reduzcan el tiempo de restablecimiento del servicio. Para lograrlo, se han desarrollado y adoptado tecnologías avanzadas de monitoreo y diagnóstico en tiempo real, que permiten detectar fallas de manera más precisa y rápida.

Además, la automatización de los sistemas de distribución ha facilitado la implementación de respuestas inmediatas ante interrupciones, reduciendo significativamente el tiempo de inactividad. Esto no solo mejora la satisfacción del cliente, sino que también contribuye a la estabilidad del sistema eléctrico en general [4]. De esta forma, se garantiza que las empresas distribuidoras puedan ofrecer un servicio más confiable y eficiente, alineado con las crecientes demandas y expectativas de la sociedad moderna.

Para que un sistema eléctrico cumpla con un suministro estable, es fundamental que se adhiera a varios estándares de calidad que aseguren la eficiencia, confiabilidad y seguridad del servicio ofrecido a los usuarios. Por una parte, es crucial que el sistema mantenga una tensión adecuada y constante dentro de los límites establecidos por las normativas vigentes. Además, la fluctuación de la tensión puede causar daños a los equipos conectados y afectar la calidad de vida de los usuarios, por lo que la regulación del voltaje es esencial para evitar cortes o sobrecargas [5]. Otro aspecto importante es la frecuencia del suministro, que debe permanecer estable, generalmente en 50 o 60 Hz, dependiendo de la región. Así, las desviaciones en la frecuencia pueden indicar problemas de balance entre la generación y la demanda de electricidad, lo cual puede derivar en apagones o fallas en el sistema. De manera que, la estabilidad de la frecuencia es, por tanto, un indicador clave de la salud del sistema eléctrico.

Además, el índice de interrupciones debe ser minimizado, y para ello, es necesario contar con una infraestructura robusta que pueda resistir factores externos como el clima, y con un sistema de mantenimiento preventivo que identifique y resuelva posibles fallas antes de que estas afecten el suministro [6]. Por tanto, cuando ocurren las interrupciones, deben ser gestionadas de manera eficiente, asegurando un restablecimiento rápido y minimizando el impacto en los usuarios. Por otra parte, la calidad del servicio también se mide por la capacidad del sistema para manejar picos de demanda sin comprometer la estabilidad. Esto implica no solo una generación suficiente, sino también una red de distribución capaz de transportar la electricidad de manera eficiente desde las plantas de generación hasta los puntos de consumo. La planificación y la inversión en infraestructura, junto con la adopción de tecnologías modernas como redes inteligentes y sistemas de almacenamiento de energía, son fundamentales para cumplir con estos estándares de calidad.

II. DESARROLLO

En los países desarrollados, las regulaciones para asegurar el servicio eléctrico están altamente estructuradas y se basan en estrictos estándares de calidad y seguridad que son monitoreados y ajustados continuamente para garantizar un suministro eficiente y confiable. En Estados Unidos, por ejemplo, la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC, por sus siglas en inglés) es la principal entidad que regula la transmisión y venta de electricidad a nivel interestatal [7]. Además, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) establece lineamientos para asegurar la estabilidad y resiliencia del sistema eléctrico frente a diversas contingencias, incluyendo ataques cibernéticos y desastres naturales.

En Europa, la Unión Europea juega un papel crucial en la regulación del sector eléctrico, estableciendo directivas que los países miembros deben seguir. Estas regulaciones están orientadas a crear un mercado energético integrado que no solo garantice la seguridad del suministro, sino que también promueva la eficiencia energética y el uso de energías renovables [8]. Alemania, por ejemplo, tiene una de las redes eléctricas más avanzadas del mundo, con regulaciones que fomentan la descentralización de la generación eléctrica a través de la integración de fuentes renovables, todo bajo un marco regulatorio que exige altos niveles de fiabilidad y calidad en el servicio [9].

Japón, por su parte, ha implementado regulaciones muy estrictas tras el desastre de Fukushima en 2011 [10]. Las normativas japonesas ahora incluyen requerimientos para la seguridad de las plantas nucleares, la diversificación de fuentes de energía y la modernización de la infraestructura eléctrica para soportar eventos sísmicos [11]. Esto garantiza no solo la continuidad del servicio, sino también la protección de la población y del medio ambiente.

Al observar América Latina, las regulaciones en torno al servicio eléctrico varían considerablemente de un país a otro, reflejando las diferencias en desarrollo económico, infraestructura y prioridades gubernamentales. En Brasil, la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) [12] es la encargada de regular y supervisar el sector, con un enfoque en garantizar la expansión de la cobertura eléctrica en un país vasto y con gran diversidad geográfica. ANEEL también promueve la competitividad en el mercado eléctrico y establece estándares de calidad que las distribuidoras deben cumplir para asegurar un suministro estable y seguro.

México, tras la reforma energética de 2013, ha trabajado en la creación de un mercado eléctrico mayorista y ha fortalecido su marco regulatorio con el objetivo de atraer inversión y mejorar la calidad del servicio. La Comisión Reguladora de Energía (CRE) [13] supervisa este mercado y establece las reglas que deben seguir tanto las empresas privadas como las estatales para operar de manera segura y eficiente.

En países como Argentina y Colombia, las regulaciones se enfocan tanto en la modernización de la infraestructura como en la expansión del acceso a la electricidad en áreas rurales. En Argentina, el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) [14] establece normas para garantizar la calidad del servicio y la protección de los derechos de los consumidores. Colombia, por su parte, a través de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) [15], promueve la eficiencia y la cobertura del servicio, mientras enfrenta desafíos relacionados con la topografía y el conflicto interno que han afectado la infraestructura eléctrica en el pasado.

A. La electricidad en el contexto ecuatoriano

En el contexto ecuatoriano se debe mencionar que las regulaciones que solicita el ARCERNNER [16], [17] implican que los índices del TTIK y FMIK no deben ser elevados. Además, se ha visto que las fallas son más propensas en sistemas de distribución, esto quiere decir que representa un costo económico representativo si se tienen a varios usuarios sin servicio durante un tiempo considerable [18]. En consecuencia, es crucial que las empresas de distribución eléctrica en Ecuador implementen estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo que minimicen la probabilidad de fallos en el sistema. Esto no solo permitirá cumplir con las regulaciones del ARCERNNER respecto a los índices TTIK y FMIK, sino que también reducirá los costos asociados a interrupciones prolongadas del servicio eléctrico. La inversión en tecnologías de monitoreo en tiempo real y la capacitación continua del personal técnico son fundamentales para asegurar la estabilidad y confiabilidad de la red de distribución.

Por otro lado, es necesario que las políticas públicas y las normativas de regulación energética en Ecuador sigan evolucionando para incentivar la mejora continua en la gestión de los sistemas de distribución eléctrica. La adopción de estándares internacionales y la promoción de la innovación tecnológica pueden contribuir significativamente a mejorar los índices de calidad del servicio. Además, el enfoque en la sostenibilidad y la resiliencia del sistema eléctrico será clave para enfrentar los desafíos futuros, como el crecimiento de la demanda y los impactos del cambio climático.

Por lo expuesto, en este trabajo se busca establecer una mejoría en los índices de calidad del suministro eléctrico, como el TTIK y el FMIK, en la Empresa Eléctrica Riobamba S.A, buscando diferentes alternativas que permitan una respuesta rápida y eficiente ante fallas, reduciendo tanto el tiempo de interrupción como el número de usuarios afectado, que tendrán como resultados la disminución de pérdidas técnicas y económicas a la empresa. Con esto también se busca que las frecuencias de interrupciones deben ser bajas, para esto se debe contar con alimentadores principales y un sistema eléctrico con las protecciones calibradas, además contar con equipos de transferencia, y sobre todo respetar las franjas de servicio de estos alimentadores los cuales se deben encontrar libres de vegetación.

III. METODOLOGÍA

En los últimos años las redes eléctricas de distribución del alimentador A1500130T03 se ven afectadas por la falta de repotenciación, reconfiguraciones y condiciones adecuadas de operación de este, lo que provoca el alto índice de los valores de FMIK y TTIK, por tal motivo se ha seleccionado este alimentador para su respectiva evaluación y de esta manera aportar a la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. con el estudio planteado.

Para realizar el respectivo modelamiento de la red se consideraron los diferentes parámetros que a continuación se detallan:

1. Distancia del Alimentador
2. Carga del alimentador
3. Calibre de los conductores del alimentador
4. Configuración del alimentador (Trifásico o monofásico)

Estos parámetros fueron los primordiales para la simulación y reconfiguración del alimentador 1500130T03 de la subestación Alao, para la propuesta realizada se consideró utilizar el software CYMDIST, con licencia de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. de 64 bits, debido a la flexibilidad y a todas las ventajas que proporciona como: velocidad de resolución, estudios técnicos, protecciones y entre otras ventajas.

Además, se realizó el análisis de confiabilidad del sistema de distribución de la subestación Alao, una vez definidas y teniendo claro las posibles causas de falla (tabla 1) en la troncal del alimentador 1500130T03 de la subestación Alao, se realizaron simulación de flujos en el software CYMDIST, a fin de tomar decisiones que ayuden a mejorar la confiabilidad en el sistema. En la tabla 1 se detalla una clasificación general de las interrupciones que se presentan en un sistema de distribución, las mismas que se deben tomar en cuenta ciertos criterios para facilitar el análisis de confiabilidad.

Tabla 1. Tipos de interrupciones en un sistema de distribución.

Clasificación	Tipo	Denominación
Duración	Momentánea	Son menores o iguales a 3 minutos.
	Sostenida	Son mayores a 3 minutos.
Origen	Interna	Falla dentro del sistema de distribución.
	Externa	Falla que se presenta fuera del sistema.
Causas	Forzada	Por: reparación, mantenimiento, mejoramiento, ampliación, maniobra.
	Programada	Por: mejoramiento, ampliación, maniobra, suministro.

IV. RESULTADOS

El alimentador 1500130T03 de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. pertenece a la subestación Alao (detalles generales en la tabla 2), misma que se encuentra ubicada en la parroquia de Pungala perteneciente al cantón Riobamba, recorriendo aproximadamente unos 20,90 Km, cabe mencionar que abastece a toda la carga del cantón Chambo con un aproximado de 9349,5 KVA, su trayectoria es principalmente por la parroquia Licto hasta llegar a la zona de mayor demanda que es en los barrios y comunidades del cantón, cabe mencionar además el nivel de voltaje es de 13,8 kV en sistema trifásico y en monofásico es de 7,9 kV.

Tabla 2. Datos generales de la subestación Alao.

S/E	Alimentador	Longitud (km)	Número de Usuarios	Potencia (KVA)	FP
13	A1500130T01	13,082	4364	4626	1
	A1500130T02	10,962	1744	1923	0,99
	A1500130T03	13,957	4746	9152	0,97

Dentro de los acontecimientos más relevantes se pudo apreciar que las interrupciones por causas desconocidas, condiciones climáticas y por vegetación constituyen el 43%, 21% y 11% respectivamente, siendo las más representativas para el sistema. En la Tabla 3 se clasifican los datos de fallas pertenecientes a los tres alimentadores de la subestación Alao, además se obtiene el total de fallas siendo el alimentador 1500130T03 el que más fallas ha incidido.

Tabla 3. Fallas en los tres alimentadores de la subestación Alao.

Nombre del alimentador	Total, de fallas	Tiempo de fallas (h)	Carga que sale (MW)	Total, de usuarios sin servicio
A1500130T01	3	9,217	4,44096	4364
A1500130T03	6	35,15	8,84608	4746
A1500130T02	1	1,546	1,78592	1744

A. Índices de calidad de servicio técnico

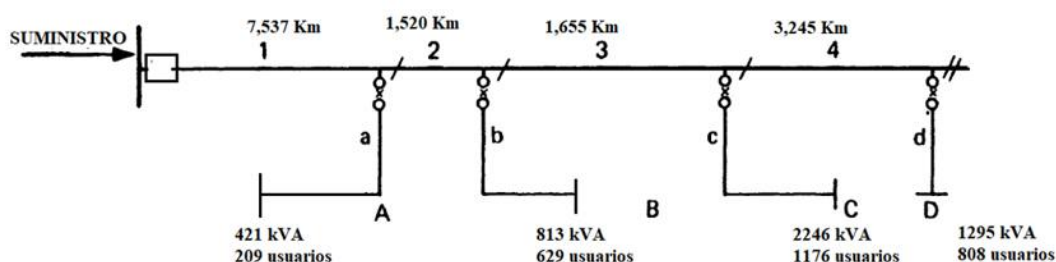
En la Tabla 4 se describen los índices FMIK y TTIK de los tres alimentadores primarios de la subestación Alao de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A., en donde se visualiza que no cumplen con lo establecido con la regulación del ARCERNR 0004/01.

Tabla 3. Fallas en los tres alimentadores de la subestación Alao.

Alimentadores S/E 13	FMIK	TTIK
A1500130T01	8,5	12,573
A1500130T03	13,12	17,98
A1500130T02	10,27	16,876

B. Índices de confiabilidad referidos a consumidores

El análisis de confiabilidad reveló los efectos de las pérdidas que se originan cuando falla el suministro de energía a los consumidores finales, las cuales en ocasiones van más allá de lo que se deja de producir. En la Figura 1 se aprecia la troncal principal del alimentador 1500130T03 con sus respectivas distancias en kilómetros, para este estudio se consideraron 4 nodos donde se detalla la carga y la cantidad de usuarios conectados.

**Fig 1.** Nodos de Interrupciones en el A1500130T03

Se observó que los alimentadores presentan diferentes niveles de confiabilidad y disponibilidad, reflejados en los indicadores de tasas de fallos (λ), tasas de reparación (μ), y métricas como el MTTF (Mean Time To Failure) y el MTTR (Mean Time To Repair). El alimentador A1500130T02 destaca por tener la menor tasa de fallos ($\lambda = 0,00018$ h/año) y el mayor MTTF (5666,23 h), lo que sugiere que es el más confiable, ya que tiene un mayor tiempo medio antes de una falla. Por otro lado, el alimentador A1500130T03 tiene la mayor tasa de fallos ($\lambda = 0,00401$ h/año) y el menor MTTF (249,22 h), indicando que es menos confiable y requiere reparaciones con mayor frecuencia. Sin embargo, todos los alimentadores muestran un nivel de disponibilidad (A) del 90%, lo que sugiere que, a pesar de las diferencias en la frecuencia de fallas, el tiempo promedio para repararlas es suficientemente corto como para mantener una alta disponibilidad del servicio. Esto indica que los sistemas de reparación y mantenimiento son eficientes, minimizando el impacto de las fallas en el servicio.

C. Análisis del alimentador 1500130T03 en estado actual

Para el análisis actual del alimentador 1500130T03 de la subestación Alao se tomó información del software CYMDIST de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A. Se observó que luego de realizar una corrida de flujo de carga se aprecia la zona crítica del alimentador, que se debe considerar el dimensionamiento del calibre del conductor en el centro del cantón Chambo para de esta manera mejorar los niveles de voltaje en los tramos finales del alimentador.

Se pudo apreciar que las fases A, B y C experimentan diferentes grados de condiciones anormales, como sobrecarga, subtensión y sobretensión. En términos de sobrecarga, la fase C presenta el mayor número de incidentes (57 conteos) con un peor caso de 433,77%, lo que indica una sobrecarga significativa y recurrente en esta fase. La fase B, aunque tiene menos eventos de sobrecarga (9 conteos), muestra un peor caso aún más elevado (551,09%), sugiriendo que cuando ocurre una sobrecarga en esta fase, es particularmente severa. La fase A también enfrenta sobrecargas, pero en menor cantidad (12 conteos) y con un peor caso de 396,03%.

En cuanto a la subtensión, la fase C es la única que experimenta este tipo de condición anormal con 15 eventos, alcanzando un peor caso de 94,15%, mientras que las fases A y B no registran incidentes de subtensión. Esto sugiere que la fase C es más susceptible a caídas de tensión, lo que podría afectar la estabilidad del suministro eléctrico en esta fase. Por otra parte, la sobretensión no parece ser un problema significativo, ya que todas las fases registran valores muy cercanos al 100%, lo que indica que las fluctuaciones de tensión por encima del nivel nominal son mínimas y no representan un riesgo considerable para el sistema en su conjunto. Sin embargo, es importante monitorear continuamente estas condiciones para evitar posibles daños en la infraestructura eléctrica y asegurar la calidad del suministro.

Los costos anuales de las pérdidas del sistema muestran que las pérdidas en las líneas y las pérdidas en vacío del transformador son las más significativas, representando la mayor parte del costo total. Específicamente, las pérdidas en las líneas suman 28,22 kW, lo que equivale a 247,19 MW-h/año y un costo anual de 7,42 k\$, mientras que las pérdidas en vacío del transformador alcanzan 22,96 kW, 201,17 MW-h/año, con un costo de 6,04 k\$/año. Estas dos categorías juntas representan un 75% del total de las pérdidas en términos de costos anuales.

Las pérdidas de carga del transformador también son notables, con 12,84 kW, 112,5 MW-h/año, y un costo de 3,38 k\$/año, lo que sugiere que el transformador contribuye significativamente tanto en pérdidas de carga como en vacío. Por otro lado, las pérdidas en los cables y otras pérdidas son relativamente menores, con costos anuales de 0,04 k\$ y 0,98 k\$ respectivamente, indicando que su impacto en el costo total de las pérdidas es reducido.

En total, el sistema enfrenta pérdidas por 67,9 kW, que equivalen a 594,82 MW-h/año y un costo de 17,84 k\$/año. Este análisis sugiere que, para reducir los costos asociados con las pérdidas del sistema, se debería priorizar la optimización de las líneas y el transformador, especialmente enfocándose en la reducción de pérdidas en vacío y en carga del transformador, así como en mejorar la eficiencia de las líneas de distribución.

D. Perfiles de voltaje

El análisis de las mediciones en el Poste 126952 revela variaciones en los niveles de voltaje entre las fases A, B y C a lo largo del tiempo. A las 17:00, la fase C presenta el voltaje más alto (7,98 kV), seguida por la fase B (7,82 kV) y la fase A (7,56 kV). Esto sugiere que, en este momento, la fase C está más cargada o presenta menor resistencia en comparación con las otras fases. Por otra parte, a las 20:00, se observa una disminución en los voltajes en todas las fases. La fase C sigue siendo la de mayor voltaje (7,72 kV), mientras que la fase A cae a 7,20 kV, lo que indica una reducción más significativa en comparación con las otras fases. La fase B también muestra una disminución (7,57 kV), pero no tan pronunciada como la fase A.

El flujo de potencia, que es un promedio o una medición global del voltaje durante un intervalo de tiempo, refleja que la fase C mantiene el nivel de voltaje más alto (7,77 kV), seguido por la fase B (7,39 kV) y la fase A (7,31 kV). Estas mediciones sugieren que existe un desequilibrio en la distribución del voltaje entre las fases, con la fase C consistentemente presentando los valores más altos. Esto podría indicar una distribución de carga desigual, lo que podría requerir ajustes para equilibrar las cargas y asegurar una operación más eficiente del sistema eléctrico. Además, la caída de voltaje observada a las 20:00 podría estar relacionada con un aumento en la demanda o con la condición de la red en ese momento específico, lo que también debería ser analizado para optimizar el rendimiento del sistema.

E. Simulación Método Monte Carlo

Dentro del algoritmo a utilizar se plantea el método de Monte Carlo el cual es generar números aleatorios, consecuentemente tiempos aleatorios de fallas de los elementos del alimentador 1500130T03, dado que ha presentado un valor elevado, es aquí donde se genera estados de operación que determine índices de confiabilidad del sistema de distribución de la EERSA. En la Tabla 10 se aprecian los índices de confiabilidad referidos a los usuarios, tanto valores calculados como simulados. Además, que una reconexión mejora los tiempos en los cuales las cargas y los usuarios estuvieron fuera de servicio, mejorando los tiempos de interrupción, la energía no suministrada, la nueva ruta está considerada como la óptima para nuestro sistema eléctrico de distribución.

El análisis de confiabilidad del alimentador 1500130T03 mostró una comparación entre los valores calculados y simulados de varios índices clave de desempeño. La cercanía entre los valores calculados y simulados sugirió que los modelos de simulación utilizados fueron precisos y reflejaron de manera confiable el comportamiento real del alimentador. Por una parte, el SAIFI (Índice de Frecuencia Promedio de Interrupciones del Sistema) calculado fue de 1,173, mientras que el simulado fue de 1,123, lo que indicaba que, en promedio, un usuario experimentaba poco más de una interrupción al año. La diferencia mínima entre ambos valores sugirió que la frecuencia de interrupciones estuvo bien modelada.

En cuanto al CAIFI (Índice de Frecuencia Promedio de Interrupciones por Usuario Afectado), los valores calculados (1,17) y simulado (1,163) fueron muy cercanos, lo que indicaba que, en promedio, los clientes afectados por interrupciones experimentaban aproximadamente 1,17 eventos de interrupción al año. Esto reflejaba una distribución equilibrada en las interrupciones entre los usuarios afectados. Además, el SAIDI (Índice de Duración Promedio de Interrupciones del Sistema) calculado fue de 2,48 horas y el simulado de 2,44 horas, lo que indicaba que el tiempo promedio de interrupción por usuario fue de aproximadamente 2,5 horas al año, reflejando una adecuada estimación del tiempo total de interrupciones en el sistema.

El CAIDI (Índice de Duración Promedio de Interrupciones por Usuario Afectado) mostró una ligera variación entre los valores calculado (2,479 horas) y simulado (2,345 horas). Esto sugirió que, en promedio, la duración de las interrupciones para los usuarios afectados fue de alrededor de 2,4 horas, con una ligera subestimación en el modelo simulado. De esta manera, tanto los índices ASAI (Índice de Disponibilidad Promedio del Servicio) como ASIDI (Índice de Duración Promedio de Interrupciones del Sistema) reflejaron valores cercanos entre sí: el ASAI calculado fue de 2,46 y el simulado de 2,322, mientras que el ASIDI calculado fue de 0,341 y el simulado de 0,333. Esto indicaba una alta disponibilidad del servicio y una baja duración total de interrupciones en el sistema, con ligeras diferencias que pudieron atribuirse a variaciones en las condiciones simuladas.

De esta manera, el ENS (Energía No Suministrada) presentó valores calculados (1.341,089 MWh) y simulado (1.341,012 MWh) prácticamente idénticos, lo que reforzó la precisión del modelo en cuanto a la energía no suministrada debido a interrupciones. En general, la similitud entre los valores calculados y simulados en todos los índices indicó que el modelo de simulación fue confiable y pudo ser utilizado para prever el comportamiento del alimentador bajo diferentes escenarios. Las pequeñas discrepancias observadas podrían haberse analizado más a fondo para perfeccionar el modelo, aunque no parecían significativas en términos prácticos.

F. Reconfiguración del alimentador 1500130T03 y sus derivaciones

Una opción para mejorar los niveles de voltaje en este alimentador y disminuir el número de fallas es repotenciar la troncal principal con conductor de aluminio ACSR # 3/0 para las fases y para el neutro un ACSR # 1/0 AWG como mínimo, también se ha considerado mover la red a la vía lo que implica construir un nuevo troncal a lo largo de 1 km.

Una alternativa adicional para mejorar la calidad del servicio en el cantón Chambo es transferir parte de la carga a un alimentador que se encuentre en condiciones de acaparar esta potencia, el alimentador apropiado es el 1500030T01 de la subestación No. 3 (Parque Industrial) que se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba, además se propone el ingreso en paralelo para poder realizar transferencia de carga en caso de alguna falla permanente que no pueda ser reparada desde el centro de control y la misma que tenga que ser intervenida por los móviles de operación y mantenimiento de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.

G. Valores de FMIK y TTIK propuestos

Se observó que los valores de FMIK y TTIK se reducen notablemente cuando se agrega una fuente de energía con un *reconector* normalmente abierto, comparando los resultados con los obtenidos previamente en el caso inicial los mismos que se muestran en la tabla 5 es claro que los valores en el alimentador 1500130T03 se reduce a un 40 % y 63% respectivamente. Adicional, si se compara entre los dos sistemas de distribución se aprecia que la duración de las interrupciones disminuye, así como los índices orientados al consumidor final, es clara la disminución de los indicadores, el caso más relevante se da en el SAIDI donde se reduce en un 69% del valor inicial.

CONCLUSIONES

- De los resultados obtenidos se puede decir que el sistema al tener una interconexión normalmente abierta presenta una mejor confiabilidad producto de la existencia de un sistema mallado (parcialmente). Además, la reducción de la energía no suministrada obtenida mediante la ubicación de re conectores automáticos es decreciente.
- Los índices orientados a los clientes disminuyen al realizar los cálculos y simulación con una fuente alterna que en este caso es el alimentador 1500030T01 de la subestación Parque Industrial. Por otro lado, al realizar la incorporación de la transferencia de carga se observa una mejora los indicadores referidos al consumidor de un 40 al 63%.
- La simulación en CYMDIST del alimentador 1500130T03, estableció los puntos para situar de manera estratégica los re conectores automáticos, al realizar la incorporación el costo de interrupción disminuye, esto hace encontrar el equilibrio entre la inversión que se realiza y el beneficio que se tiene al disminuir la energía no suministrada.
- Inicialmente se evaluó los índices de confiabilidad de los tres alimentadores de la subestación Alao, con la finalidad de determinar al menos confiable, donde el 1500130T03 presenta valores elevados de FMIK y TTIK por causas desconocidas con un 43% seguido de las climáticas en un 21%.

REFERENCIAS

- [1] S. Reyes, F. Morales, L. Garcia, y J. Pezoa, "Ubicación óptima de reconectores en sistemas de distribución para minimizar la frecuencia media de interrupciones," *Ingeniare*, 2009.
- [2] C. Orbe, "Localización óptima de reconectores con criterios de confiabilidad en sistemas eléctricos de distribución radial," 2010.
- [3] E. Franco, "Automatización del Restablecimiento del SEE para circuitos pertenecientes a un sistema de distribución local," 2014.
- [4] C. Calderon-Cordova, M. Chavez, J. Espinoza, A. Jimenez, J. Quito, L. Salazar, y C. Ramirez, "System of monitoring and automation of a rural pumping system, based on WSN and PLC," en 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Cáceres, España, 2018, pp. 1-7.
- [5] G. M. dos Santos Pereira, A. N. Tabata, L. C. Siebert, C. C. Durce, y R. Kowaltschuk, "Analysis of undervoltage load shedding by conservation voltage reduction," en 2018 Simposio Brasileiro de Sistemas Eletricos (SBSE), Niterói, Brasil, 2018, pp. 1-6.
- [6] G. A. G. Mercado y J. W. G. Sanchez, "Optimization of reclosers placement in distribution networks to improve service quality indices," *IEEE Latin America Transactions*, vol. 20, no. 2, pp. 241-249, 2021.
- [7] L. A. Trellez, "Arancia-Corn Products SA de CV: cogeneration plant in San Juan del Rio," 1999.
- [8] S. G. Lambea, "Residential nzeb in southern Europe: analysis and optimization of the parameters related to air ventilation systems to reduce air conditioning energy demand," Doctoral dissertation, Universidad de Zaragoza, 2017.
- [9] A. G. Sanchez, A. M. Rizzato Ledo, G. Bärwaldt, y M. G. Molina, "Análisis regional de la red eléctrica de Alemania en relación con la creciente penetración de generación solar fotovoltaica distribuida," *Revista de Ciencia y Tecnología*, no. 18, pp. 21-27, 2012.
- [10] T. Ribault y C. Lévy, "Catastrophes du 11 mars 2011, désastre de Fukushima: fractures et émergences," *printempsété*, no. 47, 2012.
- [11] Y. Tokoro, "Mexico and Japan: Prospects for the Economic Partnership Accord," *Economía UNAM*, vol. 3, no. 7, pp. 47-68, 2006.
- [12] C. M. D. Castro, "Public hearings as a tool to improve participation in regulatory policies: case study of the National Agency of Electric Energy," *Revista de administração Pública*, vol. 47, pp. 1069-1087, 2013.
- [13] R. Monteforte, "Commission ushers in new era in Mexican gas industry," *Oil and Gas Journal*, vol. 96, no. 14, 1998.
- [14] P. E. Issouribehere y G. A. Barbera, "Criteria for the assignment of responsibilities for disturbances between Utility and load in distribution networks," en CIREN 2005-18th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, Turín, Italia, 2005, pp. 1-4.
- [15] D. Harbord y M. Pagnozzi, "Review of Colombian auctions for firm energy," Report commissioned by the Colombian Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2008.
- [16] L. Quisimalin, "Predicción de la Demanda Eléctrica en Barra de 69 kV del Sistema Eléctrico de Subtransmisión de la Empresa Eléctrica Riobamba S.A.," 2017.
- [17] ARCERNNR, "Regulación No. ARCERNNR-002_20," 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/12/Regulacion-No.-ARCERNNR-002_20-Calidad-de-Distribucion.pdf.
- [18] C. Pulgarin, "Diseño y Análisis de la Automatización de la Distribución en el SDL de EDEQ SA ESP," 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/24442776/Dise%C3%B1o_y_An%C3%A1lisis_de_la_Automatizaci%C3%B3n_de_la_Distribuci%C3%B3n_en_el_SDL_de_EDEQ_SA_ESP.



Edited by:

