

Volume 3 // Special Issue 1 // December 2022

DOI:10.47460/minerva

ISSN: 2697-3650

# MINERVA



Edited by:

**AutanaBooks**  
*Engineering & Services*

# MINERVA JOURNAL

Electronic Journal Edited By AutanaBooks.

Quarterly Periodicity

Our cover:



Volume 3 // Special Issue 1 //  
December 2022  
DOI:10.47460/minerva  
ISSN: 2697-3650

Minerva celebrates its first special showing investigations of the Ecuadorian coast, where the sunlight shines dazzlingly on its beaches.

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

## TECHNICAL TEAM

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

Graphic design and layout:  
Adrián Hauser  
(AutanaBooks, Ecuador).  
[adrian.hauser@gmail.com](mailto: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@upr.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>  
juanseguira@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

## Content

- 9 Jhony Vicente Enríquez Herrera, Juan Pablo López Goyez y Wilson Andrés Zabala Villarreal. ***Business Intelligence & Data Analytics aplicado al proceso de seguimiento curricular en la universidad UPEC.***
- 21 Minaya Vera Cristhian Gustavo, Oswaldo Vicente Mendoza Vélez, Irina Loreley Arias Vera, Andrés Alexander Minaya Vera y Bravo Vera Henry Fabricio. ***El desarrollo Low/No-code y el futuro de los desarrolladores de software.***
- 34 Fabricio Rivadeneira, Ángel Macías, Mercedes Garcés, Holger Bravo y Marta Andrade. ***Modelo de gestión de seguridad en los dispositivos móviles en la comunidad universitaria.***
- 42 Fátima Acnabel Valencia Castro, Jadira Nicole Muñoz Pino, Yanina Alexandra Viteri Alcívar, Wendy Claribel Solórzano Loor y Eliana Dolores Zamora Moreira. ***Los entornos virtuales de gamificación orientados al aprendizaje de Android Studio.***
- 50 Alberth Antonio Delgado Luna, Frank Aquino Cornejo Moreira, Molina Pinargote Genith Viviana, Jorge Luis Moreira Calderón y Jorge Luis Mendoza Loor. ***Plataforma Youtube para la mejora de resultados de aprendizajes en estudiantes del subnivel básica superior.***
- 58 Guadalupe Vernimmen, Carlos Samaniego, Gustavo Rennel, Narcisca Contreras y Marjorie Pazmiño. ***Comunicación publicitaria-digital para el desarrollo socio-cultural de los santuarios ancestrales del camino rojo de Yololo y Cempohualli.***
- 65 Bella Aurora Barreiro Vera, Daniela Vera Vélez, Aura Mantilla Vivas, Holger Muñoz Ponce y Felisa Meza Intriago. ***Percepción del docente sobre el empleo de la revisión sistemática de la literatura en la universidad.***
- 76 Yaira Anabel García Suarez, Kassandra Elizabeth Arteaga Lucas, Eliecer Francisco Castillo Bravo, Yenny Alexandra Zambrano Villegas y Martha Lorena Mendoza Navarrete. ***Protección de datos para el uso de bring your own device.***
- 86 Rita Ramona Salvatierra Vera, Tatiana del Rocío Barreiro Zambrano, Fátima Noralma Saldarriaga Santana, Rider Eloy Mendoza Saltos y Marcelo Alcívar Vera. ***Estudio comparativo de las modalidades de aprendizaje presencial y virtual.***

## Content

- 98 Soledispa Pereira Sandra, Intriago Plaza José Renato, Briones Mera Junior, Anzules Molina Douglas y Mera Macías Cristian. ***Retención estudiantil en las instituciones de educación superior del Ecuador.***
- 107 Katty Zambrano Alcívar, Párraga Zambrano Lenin, Karen Mendoza García, Arely Delgado Zambrano y Freddy Moreira Caballero. ***Análisis del marketing digital como estrategia de comercialización en las PYMES.***
- 114 Luis Fredy Basantes Moreano, Useche Castro Lelly. ***Revisión de métodos estadísticos multivariantes aplicados en los resultados del examen ser bachiller en el Ecuador.***
- 122 Betty Betsayda Vera Raza, Roddy Argenio Mero Intriago, Gabriel Alfonso Burgos Briones, Ramón Eudoro Cevallos Cedeño. ***Residuos lignocelulósicos y método de producción del carbón activado.***
- 131 Jefferson Javier Castro Villares, Carlos Alfredo Salas-Macías, Karime Montes-Escobar. ***Métodos multivariantes aplicados a la ecología forestal en bosque seco.***
- 138 Rodrigo Alberto Saquicela Rojas, Lelly Useche Castro, Ana Francisca González Pedraza. ***Muestreo de la variabilidad espacial de propiedades del suelo de pastizales.***
- 150 Félix Zambrano, Enmanuel Muñoz. ***Métodos estadísticos de machine learning aplicados en el estudio de la accesibilidad web: una revisión de la literatura.***



## *Editorial*

*The first special issue of the Minerva Journal is plenty with a wealth of scientific and intellectual wealth of professionals from the Ecuadorian coast; this issue showcases the academic values of the region and its interest in strengthening Latin American education. The special issue includes a set of scientific articles, mainly in sciences areas and engineering, with a social focus, that offer results to improve living conditions, growth, and entrepreneurship on the Pacific coast, where the waters splash against sunny sunsets. Minerva journal, faithful to its mission of disseminating scientific research developed in Latin America, opens its pages to the region's research work. And may the achievements continue.*

*Franyelit Suárez  
Publisher*



# Business Intelligence & Data Analytics aplicado al proceso de seguimiento curricular en la universidad UPEC

Enríquez Herrera Jhony Vicente  
<https://orcid.org/0000-0002-6188-6074>  
jhony.enriquez@upec.edu.ec  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Tulcán-Ecuador

López Goyez Juan Pablo  
<https://orcid.org/0000-0003-2873-2185>  
juan.lopez@upec.edu.ec  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Tulcán-Ecuador

Zabala Villarreal Wilson Andrés  
<https://orcid.org/0000-0003-0713-9876>  
andres.zabala@upec.edu.ec  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Tulcán-Ecuador

Recibido(16/04/2022), Aceptado(15/05/2022)

**Resumen.** - La presente investigación resalta la importancia de la aplicación de nuevas tendencias como lo es Business Intelligence & Data Analytics dentro de las organizaciones e instituciones para la solución de problemas orientados a la toma de decisiones estratégicas y gerenciales, bajo este concepto se desarrolló una solución para el proceso de seguimiento curricular de la Dirección Académica en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi; en tal sentido se utilizaron metodologías cuantitativas y la metodología de Ralph Kimball para el almacenamiento, análisis y procesamiento de datos que fueron obtenidos de las bases de datos del sistema integrado informático, se diseñó el proceso ETL, finalmente mediante la herramienta Power BI se elaboraron tableros de control para la creación de dashboards y se aplicaron estrategias de BI con la finalidad de entregar información precisa, en tiempo real, de fácil interpretación y que se orientó a satisfacer los requerimientos institucionales para el área académica.

**Palabras clave:** ETL, Kimball, cuadro de mando, Inteligencia de negocios.

## Business Intelligence & Data Analytics applied to the curricular monitoring process at the UPEC university

**Abstract.** - The research highlights the importance of new trends applications such as Business Intelligence & Data Analytics within organizations and institutions for problem solutions directed to strategic and managerial decision-making. Based on this concept, a solution was developed for the curricular monitoring process in Academic Direction at Carchi State Polytechnic University; In this sense, quantitative methodologies and Ralph Kimball's method were developed for storage, analysis, and processing data that were obtained from integrated computer system databases, ETL process was developed, finally, through Power BI tool it was designed to control panels for dashboards creation, and BI strategies were applied to deliver accurate information, in real-time, easy to interpret and that is oriented to satisfy institutional requirements for the academic area.

**Keywords:** ETL, Kimball, dashboard, Business Intelligence.

## I. INTRODUCCIÓN

El gran impacto del desarrollo tecnológico que se está originando en la actualidad ha favorecido lo que se denomina la nueva revolución social. En efecto, las TIC han generado grandiosos cambios en las organizaciones culturales, sociales, económicas y educativas. Estas manifiestan una serie de características fundamentales como una vía factible a todo tipo de información, establece una comunicación inmediata, ya sea sincrónica o asincrónica, en la automatización de las actividades, almacenamiento de numerosa información y la interacción entre computadores y usuarios [1].

Las Tecnologías de Información y comunicación integran una serie de herramientas y conocimientos, muchos de estos se orientan al tratamiento de la información con el fin de contribuir a tomar decisiones efectivas, y en ese contexto su importancia es tal que se utiliza en muchas aras como: comercio, educación, deporte, administración pública, logística, entre otras. En consecuencia, la utilización de las TIC se ha convertido es una estrategia de gran impacto, constituyendo un factor fundamental para lograr la consecución de objetivos establecidos por las empresas u organizaciones Públicas y/o Privadas.

Las organizaciones generan a diario gran cantidad de datos, se enfrentan a nuevas reglas de negocio producto del crecimiento globalizado. Por otro lado, la comunidad cada vez es más exigente debido a las necesidades que vienen teniendo que son cambiantes. Las tecnologías de información enmarcan para contribuir en las necesidades del cliente y a las empresas les ha permitido responder al cambiante ambiente de negocio. Las organizaciones deben ser conscientes de la importancia de los datos y la información, ya que es necesario que la organización para ser competitivo en el mercado realice una adecuada y oportuna gestión de la información interna y externa de forma eficiente [2].

El tiempo actual que estamos viviendo se ha calificado como la Era de la Transformación Digital por la expectativa que se genera en cuanto a desarrollos de Inteligencia Artificial, Big Data, cloud, ciberseguridad, banca digital, Business Intelligence, data Analytics, educación en línea, teletrabajo; por ende, es importante tener presente las tendencias tecnológicas que hacen parte de la transformación digital mundial y la nueva normalidad.

Una de las tendencias mencionadas anteriormente y que tiene en la actualidad un protagonismo específico dentro del desarrollo de las tecnologías de información y comunicación es el Business Intelligence (Inteligencia de Negocios) y Data Analytics (Analítica de Datos). Según [3] la inteligencia de negocios y la analítica de datos en los procesos empresariales se aplican en varios sectores organizacionales, este último representa un factor de ventaja competitiva, para este fin es necesario utilizar herramientas tecnológicas y definir los procesos que permitan generar modelos maduros de gestión, mientras que la inteligencia de negocios y la analítica de datos representan, como estrategia empresarial, es un factor importante de rendimiento y toma de decisiones.

Se puede deducir entonces que el Business Intelligence en la actualidad representa un conjunto de componentes de apoyo esenciales para la planificación, operatividad y consecución de objetivos dentro de las Instituciones, sea en cualquier áreas o sector, en virtud que proporciona la habilidad de convertir gran cantidad de datos (Big Data) en información y esa información en conocimiento y dicho conocimiento utilizarlo para la toma de decisiones estratégicas y gerenciales.

Es imprescindible que las Instituciones de Educación Superior adopten en sus procesos mecanismos de Business Intelligence y Data Analytics que les permitan tomar decisiones estratégicas y gerenciales para contribuir al desarrollo académico y administrativo de la Institución, tal como menciona [4] al indicar que uno de los aspectos importantes en la sociedad ha sido siempre la educación, en este contexto se puede decir que las universidades no tienen un fin lucrativo, sin embargo, cumplen con la finalidad de formar los

mejores profesionales y de esta manera contribuir con la sociedad. Las instituciones de educación superior mantienen una gran cantidad de datos y conocimientos, sin embargo, carecen de herramientas que puedan administrar de manera eficaz y oportuna la información. Teniendo en cuenta esto, los beneficios y usos del BI está aumentando en orden de prioridad en las instituciones de educación superior.

En tal virtud se puede referir como un caso de estudio el que señalan [4] al exponer una investigación en la cual se construyó una solución de Inteligencia de Negocios en la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), la cual permitió brindar un seguimiento a los egresados de las instituciones para obtener información como insumo sumamente útil para la mejora continua del proceso enseñanza-aprendizaje, además de los procesos de acreditación que apoyan esa mejora.

La solución de Business Intelligence y Data Analytics propuesta en esta investigación dentro de los procesos de seguimiento curricular que lleva a efecto la Dirección Administrativa de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi – UPEC, permite mostrar y evidenciar información precisa respecto del seguimiento curricular como: matriculados, aprobados y retirados, desempeño estudiantil, supletorio por asignatura, tutorías; los cuales se muestran y grafican mediante dashboard que representan las consultas que el usuario gestione o elabore en función de sus necesidades.

Un Dashboard o “Tablero digital” es una interfaz gráfica de usuario que permite administrar recursos informáticos y analizar información para la toma de decisiones. Los Dashboard nacen de la implementación de la metodología denominada “Business Intelligence (Inteligencia de Negocio)” que se define como el conjunto de estrategias enfocadas a la administración y creación de conocimiento, a través del análisis de los datos existentes en una organización [5].

La implementación de dashboard tiene la finalidad de presentar los resultados del seguimiento curricular alcanzados hasta la fecha, clasificados por periodo académico y dependencias más las consultas combinadas que realicen los usuarios y proyectar la gestión en los siguientes periodos académicos para consolidar resultados satisfactorios en informes semestrales que las diferentes carreras de la Universidad debe reportar a Vicerrectorado y Dirección Académica. Además, con ello se tienen resultados que permiten tomar decisiones gerenciales relevantes y recomendar a los Decanatos, Carreras, programas y centros que impulsen el cumplimiento de los objetivos académicos institucionales. Por consiguiente, la presente investigación tiene como objetivo mejorar la gestión en la Dirección Académica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, incorporando elementos de Inteligencia de Negocios y Análisis de Datos para la toma de decisiones gerenciales en los procesos de seguimiento y evaluación Curricular.

El esquema de contenidos del presente trabajo está estructurado de la siguiente manera: la introducción en la que se hace mención al análisis del problema, revisión bibliográfica y nuevas tendencias de BI; el desarrollo que presenta la aplicación de la metodología Ralph Kimball y de los procesos ETL aplicados a BI para seguimiento curricular; la metodología que presenta los conceptos y herramientas que fueron utilizados; en el apartado de resultados se presenta una muestra de los dashboards generados para la investigación; finalmente en las conclusiones se resalta el análisis de los resultados obtenidos.

## II. DESARROLLO

### A. Naturaleza del negocio

Para comprender de mejor manera los requerimientos de la Dirección Académica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi - UPEC, se realizó un análisis e investigación de su entorno. Este proceso permitió adquirir los requerimientos específicos del área objeto de la presente investigación. Además, se definieron las distintas fuentes de información que fueron utilizadas. Todas estas tareas tuvieron como fin el comprender el ámbito del negocio. Previamente, se tuvo que conocer la base de los problemas que afectaban la organización.

### B. Análisis de la situación actual

La Universidad Politécnica Estatal del Carchi - UPEC, está conformada dentro de su organigrama por Direcciones y/o Jefaturas Académicas y Administrativas, todas ellas forman parte integral para el desarrollo y consecución de objetivos Institucionales. La Dirección Académica es una Unidad de vital importancia, pues es quien se encarga de planificar, organizar, evaluar y retroalimentar todos los procesos del sistema de gestión académica, orientando la gestión en el análisis y formulación de nuevos programas de grado y posgrado acordes con la demanda de la sociedad y el plan de desarrollo. Además, propone planes de capacitación docente para la implementación de nuevas estrategias pedagógicas y el fortalecimiento de las áreas específicas de enseñanza. Una función específica que tiene la Dirección Académica y que guarda estrecha relación con el objeto de este estudio es la que se señala en el literal e) Artículo 60 del Reglamento Sustitutivo Orgánico Funcional de la UPEC que señala "Realiza el seguimiento permanente a la gestión académica ejecutada para las carrera y centros académicos y promueve los procesos de acreditación de estas a nivel nacional e internacional" [6].

### C. Requerimientos del negocio

Para determinar la necesidad real o requerimientos de la presente investigación, se realizó la recolección de datos y bajo la lógica descrita en la metodología, se utilizó la técnica de la entrevista, como resultados de la aplicación de esta técnica se identificó los siguientes problemas significativos que afectan a la Dirección Académica:

- Se realizan reportes de manera manual, con errores y constante revisión de estos.
- Se consume tiempo considerable en realizar un reporte individual.
- Se deben presentar reportes, mensuales y por periodo académico a las Autoridades.
- La Dirección Académica no cuenta con una herramienta enfocada a la aplicación de tecnologías Business Intelligence y Data Analytics.
- La Dirección Académica no cuenta con herramientas que proporcionen información y reportes de manera automática.
- En la Dirección Académica no cuenta con el personal o programadores que desarrollen soluciones de Business Intelligence y Data Analytics.

En consecuencia, como requerimientos principales del negocio, se determinaron:

**Tabla 1.** Requerimientos específicos.

Código	Requerimiento	Tipo Presentación
Req_1	Reporte de Estudiantes matriculados por Periodo Académico, Carrera y Nivel con relación a Género, Etnia y País.	Dashboard
Req_2	Reporte de Estudiantes matriculados por País y Provincia mediante gráficos de porcentajes y mapa interactivo.	Dashboard
Req_3	Reporte de datos de Estudiantes Matriculados por País y Provincia.	Dashboard
Req_4	Reporte de Estudiantes matriculados por Asignatura con relación a Materia, Número de Matrícula y Docente.	Dashboard
Req_5	Reporte de Estudiantes retirados por Asignatura con relación a Materia, Retirados y Estudiantes Activos.	Dashboard
Req_6	Reporte de Tasa de Aprobación con relación a Periodo académico, Materia y Nivel.	Dashboard
Req_7	Reporte de Desempeño Estudiantil en referencia al Periodo Académico, Carrera y Nivel.	Dashboard
Req_8	Reporte de Supletorios, con relación al Periodo Académico, Carrera y Nivel.	Dashboard
Req_9	Reporte de Tutorías, con relación al Periodo Académico, Carrera y Nivel	Dashboard

Fuente: Elaboración propia en base a la información recolectada de la Institución.

#### D. Diseño proceso ETL y aplicación de metodología Ralph Kimball

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó los procesos ETL con sus etapas de extraer, transformar y cargar descrita en Inteligencia de Negocios, donde es importante destacar que se utilizó Power BI de la suite de Microsoft como herramienta de análisis de datos, dicho software cuenta con una serie de conectores para realizar la etapa de extracción de los datos, también se ha visto importante mencionar como se realizó la etapa de extracción y de donde se obtuvieron de datos; en primer lugar se instaló un cliente de Oracle 11g R2 ya que la Universidad cuenta con esta base de datos, posterior a la instalación se configuro el archivo de conexión TNSNAME de forma manual para establecer dicha conexión, y finalmente en Power BI se realizó la autenticación desde el origen de datos que posee dicho software.

Para la etapa de Transformación de datos se utilizó la Herramienta Toad for Data Analysts 2.6 ya que permite generar código SQL de forma eficiente y sencilla, también permitió realizar la limpieza de dichos datos, y como última etapa del ETL se procede a la carga y generación de los dashboard.

Para la etapa de carga de datos Power BI posee un entorno que se denomina Power Query, desde el cual se invocan a la o las consultas SQL previamente verificada en Toad for Data Analysts 2.6 y muestra los datos producto de la consulta a manera de una tabla, posteriormente se guarda la consulta para que se elaboren los Dashboard con relación a las necesidades del usuario y a la información obtenida de las bases de datos.

#### E. Integración de Power BI con portafolio institucional

La integración de Power BI y Oracle Application Express (APEX) se la realizó utilizando el código HTML Generado por Power BI, para luego proceder a crear una página en APEX, donde se integra este código HTML en una región de contenido estático de APEX; es así que para el usuario final únicamente tiene que autenticarse en la aplicación denominada Portafolio Institucional para poder consumir todos los Dashboard construidos en Power BI, también es importante destacar que el Portafolio Institucional identifica que cuadros de mando se deben mostrar de acuerdo al perfil de usuario que se ha autenticado. El portafolio institucional es una aplicación web de acceso a todos los usuarios de la comunidad universitaria dependiendo de sus roles y perfiles dentro del sistema.

### III. METODOLOGÍA

#### A. Business Intelligence (BI)

La inteligencia de negocios se presenta actualmente como una de las tendencias que permite generar innovación al momento de tomar decisiones dentro de las empresas, instituciones, emprendimientos, incluso en las instituciones de educación superior (IES). Considerando que todas las técnicas, metodologías y herramientas tecnológicas para realizar inteligencia de negocios se centran en la habilidad para transformar datos en información de manera ágil, visual y de manera estructurada [7].

En tal sentido la aplicabilidad y transversalidad de Business Intelligence orientada a las organizaciones es fundamental, debido a que se convierte en un factor que permite a las empresas e instituciones independientemente de su actividad, fomentar espacios de innovación estratégica para alcanzar los objetivos estratégicos planteados mediante la toma de decisiones de manera confiable y segura a través del procesamiento de datos [2].

Los procesos que se desarrollan en Business Intelligence permiten dar respuesta a una diversidad de variables y requerimientos que se presentan, considerándose este punto como una ventaja competitiva ya que se faculta a las organizaciones a responder a problemas de sus diferentes nichos de negocios mediante cuadros de mando integrales (CMI), sistemas de información ejecutiva (EIS) y los sistemas de soporte a la decisión (DSS) [3].

#### B. Data WareHouse (Almacenes de datos)

Los Data WareHouse son repositorios para el almacenamiento de datos e información provenientes de diferentes fuentes de una empresa o institución y que están orientadas a un tema en específico [8]. El almacenamiento puede ser modelado de manera física o lógica con el propósito de brindar acceso a los datos y su posterior análisis para la toma de decisiones a nivel estratégico. Los almacenes de datos se caracterizan por ser integradores, organizados según la lógica o requerimiento del negocio, históricos para análisis de tendencias y comportamiento y no volátiles, es decir solo permiten la lectura de datos e información [9].

#### C. Metodología Ralph Kimball

La metodología Ralph Kimball presenta un enfoque orientado a crear la lógica de negocio desde la creación de datamarts (información más sencilla y de fácil clasificación) hacia los Data Warehouse (almacenes de datos)[10]. Esta metodología a comparación de otras se basa en el ciclo de vida dimensional del negocio y se orienta en los requerimientos del negocio, construcción de datamarts a través del diseño de dimensional, planificación y crecimiento de la información a entregar y la implementación de una solución completa para la presentación de la información dependiendo de la herramienta tecnológica de BI a emplearse [8]. A continuación, se presentan los pasos a seguir para la utilización de esta metodología (Fig 1).

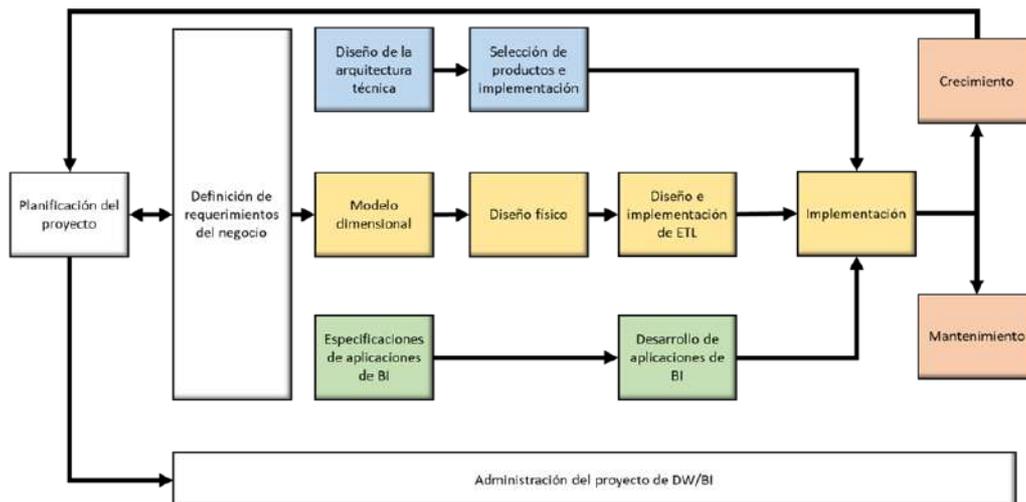


Fig. 1. Metodología Ralph Kimball.

A.Herramienta Case-Toad for Data Analysts

Las herramientas CASE son aplicaciones informáticas que están orientadas a los procesos de ingeniería de software [11], en las que se busca optimizar tiempo y dinero dentro de los procesos de desarrollo de software empleando la automatización y flexibilidad que brindan estas herramientas [12]

El uso de la herramienta Toad for Data Analysts permite realizar consultas ágiles a la base de datos SQL y que para el caso específico de la UPEC se utiliza para automatizar consultas a la base datos Oracle. Esta herramienta permite establecer conexiones a los diferentes esquemas de la base de datos del sistema institucional y permite realizar programación automatizada SQL.

B.Microsoft Power BI

La utilización de las aplicaciones BI en la actualidad depende de las características y beneficios que ofrecen las diferentes aplicaciones de software, destacándose la flexibilidad, interfaz amigable, capacidad de extracción, procesamiento y consolidación de datos, así como la presentación a través de su interfaz [7].

Microsoft Power BI es un servicio para el procesamiento y visualización de datos de manera interactiva y de interfaz simple [13], permitiendo al usuario elaborar informes, reportes, gráficas para la toma de decisiones [14].

C.Método deductivo e inductivo

El método inductivo que permitió identificar los problemas relacionados con el seguimiento curricular en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi - UPEC relacionados con la gestión académica frente a la toma de decisiones de carácter institucionales debido a la falta de información pese a existir datos en el sistema integrado. Empleando la técnica de la entrevista se identificó la necesidad de disponer de un proceso para obtener reportes que permitan orientar a la Dirección Académica de la UPEC frente a la toma de decisiones empleando procesamiento de datos.

El método deductivo que permitió identificar las características y beneficios de la herramienta Microsoft Power BI para realizar Business Intelligence en la institución, así como la conexión con la base de datos institucionales dentro de los procesos de extracción de datos.

## IV. RESULTADOS

Luego de diseñar el Data WareHouse y de alimentarlo con datos provenientes de la base de datos del sistema informático integrado, con la herramienta señalada para el análisis de la información e implementación de aplicaciones de Business Intelligence y Data Analytics se procedió a la elaboración de dashboards, los cuales servirán de apoyo a la toma de decisiones estratégicas.

La solución de Intelligence y Data Analytics aplicada a los procesos de seguimiento curricular, permitió la implementación de tablero de control y dashboard, los cuales tienen una interfaz amigable con la cual se pueden articular la información con relación a la estructura de las consultas que el usuario desee realizar y con ello representar o diseñar los requerimientos solicitados por la Dirección Académica.

Se elaboraron los siguientes dashboards como resultado de la aplicación de Business Intelligence y Power BI.

### A. Dashboard estudiantes matriculados en pregrado

Se diseñó un Dashboard que permite visualizar el total de registros con relación al Periodo Académico, Carrera y Nivel; el tablero muestra información adicional con relación a Género, Etnia y País. Se pudo determinar que existe un total de 7934 estudiantes matriculados en el periodo comprendido entre abril 2022 y agosto 2022 en todas las dependencias académicas. Desde el tablero el usuario puede filtrar los estudiantes, parametrizando las variables que considere pertinente para la toma de decisiones. De manera general, el reporte permitió identificar que existen 7,4 mil estudiantes mestizos, 0,3 mil estudiantes indígenas y 0,2 mil estudiantes afroecuatorianos. Además, se determinó que el grupo estudiantil femenino es superior a los demás géneros.

### B. Dashboard estudiantes matriculados por País y Provincia

Se diseñó un Dashboard que permite visualizar el total de registros con relación al Periodo Académico y carrera; el tablero muestra información adicional con relación a Género, Etnia, provincia y País. Se pudo determinar que existen 5.1 mil estudiantes de país de origen Ecuador, seguido de 0,1 mil estudiantes de Colombia. Adicional, se pudo determinar que existe un mayor número de estudiantes que pertenecen a la provincia del Carchi, seguido de la provincia de Pichincha, Imbabura, Sucumbíos, Nariño, entre otras. Esta información puede ser visualizada a través de porcentajes y de un mapa geográfico interactivo.

### C. Dashboard Datos estudiantes matriculados por País y Provincia

Se diseñó un Dashboard que contiene los datos de Estudiantes (periodo académico, dependencia académica, nivel, cédula, nombres y apellidos, género, etnia, país, provincia) con relación a los parámetros descritos en el ítem anterior.

### D. Dashboard datos estudiantes matriculados por Asignatura

Se diseñó un Dashboard que muestra el registro de estudiantes matriculados por Asignatura, con relación al Periodo Académico, Carrera y Nivel; se obtiene información de la Materia, Número de Matrícula y Docente que imparte dicha Materia. Al aplicar los filtros y parámetros en el tablero, se pudo determinar lo siguiente: En el periodo académico comprendido entre abril 2022 y agosto 2022, carrera de Alimentos rediseño de registro, segundo nivel, para las asignaturas de: Física aplicada, Microbiología general, Nutrición y Química Orgánica; existen un total de 104 estudiantes matriculados.

#### E. Dashboard Datos estudiantes matriculados por Periodo Académico

Se diseñó un Dashboard que muestra el número de matriculados por Carrera en cada Periodo Académico, se obtiene un reporte interactivo con una visualización en barras que muestra número de estudiantes matriculados en cada periodo académico de la Carrera seleccionada ordenado de mayor a menor.

#### F. Dashboard Datos estudiantes Retirados por Asignatura

Se diseñó un Dashboard se muestra el total de registros de estudiantes retirados por Asignatura, con relación al Periodo Académico y la Carrera, se obtiene información de Periodo Académico, Carrera, Nivel, Materia, Número de Matriculados, Número de retirados, estudiantes activos, porcentaje de retirados y porcentaje de estudiantes activos. Al aplicar los filtros y parámetros en el tablero, se pudo determinar lo siguiente: En el periodo académico comprendido entre noviembre 2021 y marzo 2022, carrera de Computación rediseño de registro, cuarto, quinto y octavo nivel, para las asignaturas de: Fundamentos de electrónica, Ingeniería de Software y Titulación II respectivamente; existen un total de 3 estudiantes retirados, 1 por cada asignatura.

#### G. Dashboard Tasa de Aprobación

Se diseñó un Dashboard que muestra la Tasa de Aprobación con relación a Periodo Académico, Carrera y Nivel, se obtiene información de Periodo Académico, Carrera, Nivel, Materia, Estudiantes aprobados, Estudiantes Reprobados, Total de estudiantes, Porcentaje de estudiantes aprobados y Porcentaje de estudiantes reprobados; adicional a esto se muestra también una visualización de barras interactivas semaforizadas que muestra de los porcentajes de aprobación por materia en virtud a los filtros que realice el usuario.

#### H. Dashboard Desempeño Estudiantil

Se diseñó un Dashboard que muestra el porcentaje de Desempeño Estudiantil, con relación al Periodo Académico, Carrera y Nivel. Adicional, el tablero proporciona una visualización de barras interactivas semaforizadas que contiene información de los porcentajes de Desempeño Estudiantil por Nivel. Se pudo determinar que, para la carrera de Alimentos en el periodo comprendido entre abril 2021 y agosto 2021, los estudiantes matriculados en octavo nivel presentan un promedio desempeño estudiantil ALTO con el 11.77%, mientras que estudiantes de noveno nivel presentan 24.83% y estudiantes de décimo nivel presentan un 53.27%.

#### I. Dashboard supletorio

En el siguiente Dashboard se muestra el número de Estudiantes que registran Supletorio, con relación al Periodo Académico, Carrera y Nivel. Adicional, el tablero presenta tablas dinámicas e interactivas con información de materia, número de matrícula, nombre de docente, cantidad de estudiantes, indicador que determina si el estudiante requiere examen supletorio, indicador que determina si el estudiante aprueba la materia. El usuario al seleccionar uno de los registros presentados puede visualizar el listado de estudiantes que requieren supletorio por cada materia, en ese reporte se presenta la siguiente información: cédula de estudiante, nombres y apellidos y cantidad de asignaturas que debe rendir el examen supletorio.

#### J. Dashboard tutorías

En el siguiente Dashboard se muestra el número de Estudiantes que requieren Tutoría, con relación al Periodo Académico, Carrera y Nivel. Adicional, el tablero presenta tablas dinámicas e interactivas con información de materia, número de matrícula, nombre de docente, cantidad de estudiantes, indicador que determina si el estudiante requiere tutorías en una materia. El usuario al seleccionar uno de los registros presentados puede visualizar el listado de estudiantes que requieren tutoría por cada materia, en ese reporte se presenta la siguiente información: cédula de estudiante, nombres y apellidos y cantidad de asignaturas que el estudiante requiere tutorías.

### CONCLUSIONES

El implementar de una solución Business Intelligence y Data Analytics para la Dirección Académica de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi - UPEC contribuyo para el análisis de datos que posteriormente se genere conocimientos con relación a los requerimientos solicitados para y ese conocimiento utilízalo para la tomar las decisiones gerenciales más adecuadas.

Para la aplicación de la solución Business Intelligence y Data Analytics se investigó acerca de la herramienta Power BI, el estudio permitió tener una visualización y conocimiento profundo de la herramienta y su forma de utilización, en tal sentido se determinó que la herramienta es accesible, comprensible, funcional y eficaz a la hora de realizar integración de datos.

La solución se acopló perfectamente a la y las metodologías de estudio descritas en la investigación, específicamente la metodología de Ralph Kimball, la cual permitió desarrollar el proyecto en fases identificadas dentro de los ciclo o etapas que se plantearon en la misma.

Para la presentación de los reportes, mediante la creación de Business Intelligence y Data Analytics, se pudo evidenciar que estos recursos proporcionan un ambiente dinámico e iterativo que permiten al usuario la posibilidad de manipular la información de forma clara y objetiva, convirtiéndose así en un apoyo estratégico para la toma de decisiones efectivas.

El crecimiento exponencial de los datos e información en la época de la transformación digital que se vive en la actualidad hace identificar la importancia de la implementación de soluciones Business Intelligence y Data Analytics como la solución a necesidades que presenta la administración de las Instituciones de educación superior en todos los ámbitos.

La Dirección Académica al contar con la solución Business Intelligence y Data Analytics planteada le permitió acceder a la información actualizada e inclusive historia mediante los Dashboard elaborados; en consecuencia, el conocimiento que se genera con la solución realizada permitió el apoyo para tomar las decisiones más adecuadas.

**REFERENCIAS**

- [1] M. A. Cruz Pérez, M. A. Pozo Vinueza, A. F. Andino Jaramillo, and A. D. Arias Parra, "Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como forma investigativa interdisciplinaria con un enfoque intercultural para el proceso de formación de los estudiantes," *Etic@net. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, vol. 18, no. 2, pp. 196–215, 2018, doi: 10.30827/eticanet.v2i18.11889.
- [2] Y. Mamani, "Business Intelligence: herramientas para la toma de decisiones en procesos de negocio," *ResearchGate*, no. March, pp. 0–6, 2018, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/323993348\\_Business\\_Intelligence\\_herramientas\\_para\\_la\\_toma\\_de\\_decisiones\\_en\\_procesos\\_de\\_negocio](https://www.researchgate.net/publication/323993348_Business_Intelligence_herramientas_para_la_toma_de_decisiones_en_procesos_de_negocio).
- [3] C. W. García Estrella, E. Barón Ramírez, and S. K. Sánchez Gárte, "La inteligencia de negocios y la analítica de datos en los procesos empresariales," *Revista Científica de Sistemas e Informática*, vol. 1, no. 2, pp. 38–53, 2021, doi: 10.51252/rcsi.v1i2.167.
- [4] J. C. Sellán, "Implementación de business intelligence sobre la plataforma de aprendizaje moodle para determinar el comportamiento de los estudiantes de una institución de educación superior," *Universidad POLITécnica del Litoral*, 2021. [Online]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/53613>
- [5] I. Reyes De los Santos, P. N. Maya Pérez, M. Rosete-Fonseca, and R. Pérez Torres, "Dashboard para el Tutor," *ECORFAN-Spain*, vol. 2, no. 4, pp. 6–10, 2016, [Online]. Available: [www.ecorfan.org/spain](http://www.ecorfan.org/spain)
- [6] CSUP-UPEC, Reglamento sustitutivo orgánico funcional de la UPEC. Ecuador: Repositorio UPEC, 2017, p. 74.
- [7] J. Rodas and M. Guerrero, "Análisis comparativo de metodologías y herramientas tecnológicas para procesos de Business Intelligence orientado a la toma de decisiones," *Revista de tecnologías de la informática y las telecomunicaciones*, vol. 6, no. 1, pp. 53–62, 2022, [Online]. Available: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Informaticaysistemas/article/view/4522/4618>
- [8] G. E. Silva Peñafiel, V. M. Zapata Yáñez, K. P. Morales Guamán, and L. M. Toaquiza Padilla, "Análisis de metodologías para desarrollar Data Warehouse aplicado a la toma de decisiones," *Ciencia Digital*, vol. 3, no. 3.4., pp. 397–418, 2019, doi: 10.33262/cienciadigital.v3i3.4.922.
- [9] A. Hassan et al., "Optimizing the Performance of Data Warehouse by Query Cache Mechanism," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 13472–13480, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3148131.
- [10] D. Forero and J. Sánchez, "Introducción a la inteligencia de negocios basada en la metodología kimball," *Revista TIA*, vol. 9, no. 1, pp. 5–17, 2021, [Online]. Available: <https://www.ucasal.edu.ar/htm/ingenieria/cuadernos/archivos/5-p56-rivadere-formateado.pdf>
- [11] L. Chavarría-Báez and N. Ocotitla Rojas, "Sobre el uso de herramientas CASE para la enseñanza de bases de datos," *CICIC 2016 - Sexta Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética, Memorias*, vol. 13, no. 2, pp. 4–9, 2016, [Online]. Available: <http://www.iiisci.org/journal/pdv/risci/pdfs/cb321mr16.pdf>
- [12] S. Capuz Rizo, "Aplicación de la teoría de las dimensiones al estudio del proyecto de desarrollo de software," *ResearchGate*, no. September 1999, 2022, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/358404559\\_APLICACION\\_DE\\_LA\\_TEORIA\\_DE\\_LAS\\_DIMENSIONES\\_A\\_L\\_ESTUDIO\\_DEL\\_PROYECTO\\_DE\\_DESARROLLO\\_DE\\_SOFTWARE](https://www.researchgate.net/publication/358404559_APLICACION_DE_LA_TEORIA_DE_LAS_DIMENSIONES_A_L_ESTUDIO_DEL_PROYECTO_DE_DESARROLLO_DE_SOFTWARE)
- [13] R. Díaz, J. Acosta, and M. Checa, "POWE BI como herramienta de apoyo a la toma de decisiones," *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 14, no. 2, pp. 107–115, 2022, [Online]. Available: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2949/2904>
- [14] C. Viteri and D. Y. Murillo, "Inteligencia de Negocios para las Organizaciones," *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, vol. VI, pp. 304–333, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v6i12.1291> Inteligencia.



Ingeniero de Sistemas, Magíster en Sistemas de Información Gerencial, autor de Artículos Científicos relacionados con la Informática, tecnología y las nuevas tendencias como Big Data, Business Intelligence y Data Analytics; capacitador, conferencista, validador de Artículos científicos, funcionario público por más de 13 años desempeñando funciones de Dirección y Coordinación en área de las TIC.



Ingeniero en Electrónica, Automatización y Control, Magíster en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, docente universitario, capacitador e instructor virtual, especializado en áreas de conocimiento como Gestión de TI, seguridad de la información, infraestructura tecnológica y sistemas operativos. Actualmente funcionario público en la universidad UPEC en el área de Desarrollo de Software.



Ingeniero en Sistemas Computacionales, Magíster en Ingeniería de Software, Analista programador en la Unidad de Desarrollo de Software de la Dirección de TIC de la UPEC y Programador de la Universidad Técnica del Norte, jefe de Sistema en Laguna Mall - Ibarra, director de TIC en UPEC, autor de artículos científicos publicados en las universidades UPEC y UTN

<https://doi.org/10.47460/minerva.v1iSpecial.76>

# El desarrollo Low/No-code y el futuro de los desarrolladores de software

Minaya Vera Cristhian Gustavo  
<https://orcid.org/0000-0003-0143-6810>  
cristhian.minaya@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Mendoza Vélez Oswaldo Vicente  
<https://orcid.org/0000-0002-8823-8384>  
oswaldo.mendoza@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Arias Vera Irina Loreley  
<https://orcid.org/0000-0001-6494-4471>  
loreley.arias@educacion.gob.ec  
Ministerio de Educación  
Daule-Ecuador

Minaya Vera Andrés Alexander  
<https://orcid.org/0000-0001-7081-0242>  
andres.minaya@educacion.gob.ec  
Secretaría de Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación  
Daule-Ecuador

Bravo Vera Henry Fabricio  
<https://orcid.org/0000-0001-6213-3544>  
e1310286842@live.uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Recibido(16/04/2022), Aceptado(19/05/2022)

**Resumen.** - Low/No-code es una tendencia de la industria del desarrollo software que procura proveer a aquellas personas que no poseen una formación específica en informática, de herramientas fáciles de usar para la creación de sus propios aplicativos o programas con el objetivo de cubrir una necesidad empresarial específica. En el mercado existen múltiples plataformas que permiten a los usuarios crear sus propias soluciones informáticas con una mínima, o en algunos casos nula necesidad de codificación. En este trabajo se exploraron los orígenes de esta tendencia y cómo ha sido tanto su evolución como su adopción dentro del mundo del desarrollo de software y empresarial. También se realizó un análisis sobre las consecuencias que esta tendencia proyecta para los profesionales del software en el futuro próximo.

**Palabras clave:** Low code, no code, desarrollo de software, aplicaciones informáticas.

Low/No-code development platforms and the future of software developers

**Abstract.** - Low/No-code is a trend in the software development industry that seeks to provide those without specific computer training with easy-to-use tools to create applications or programs to meet a particular business need. In the market, multiple platforms allow users to create software solutions with some code or, in some cases, no need for coding. This paper explores the origins of this trend and how it has evolved, and its adoption in software development. The investigation also analyzed the implications of this trend for software professionals over the near future.

**Keywords:** Low code, no code, software development, computer applications.

## I. INTRODUCCIÓN

La migración de la información desde documentos físicos a su equivalente en formato digital inició lo que ahora se conoce como la transformación digital [1]. La digitalización de documentos, con el ahorro de recursos humanos y materiales [2], marcó el inicio de un proceso donde el desarrollo tecnológico ha transformado tanto a la sociedad como a las empresas, modelando con el tiempo tanto la manera en que las personas interactúan entre sí como también la forma en que las empresas organizan sus actividades [3]. A modo general, la transformación digital se asocia con la forma en que el desarrollo tecnológico, en su amplia acepción, está cambiando cómo se desenvuelven las actividades humanas dentro de la sociedad [4]. Esto se puede observar de las siguientes maneras: 1) en la automatización de procesos, lo que implica la incorporación de robots y de software especializado en el control de ciertos procesos industriales o sociales y 2) la transformación de servicios y productos a su equivalente digital [5].

Los seres humanos cada vez más utilizan recursos digitales para desempeñar sus actividades diarias. La tendencia de un uso cada vez mayor de herramientas web y de aplicativos móviles, para los denominados teléfonos inteligentes o smartphones, ha elevado los requerimientos de información y el flujo de datos [6]. Esta demanda cada vez mayor ha llevado a las empresas y organizaciones a la contratación de personal especializado en desarrollo de software, quienes han venido dando respuestas a estas exigencias, desarrollando aplicaciones y software según las necesidades expuestas por las compañías que los contratan. Sin embargo, el ritmo de requerimientos cada vez es mayor; las compañías, para mantenerse competitivas necesitan cada vez más soluciones que sean ágiles, pertinentes en un tiempo determinado y que cumplan con las exigencias cada vez mayores de los usuarios [1]. Es en este escenario es donde el desarrollo Low/No-code aparece como una solución a la brecha de requerimientos de programación demandado por las empresas, las organizaciones y los estados ante la falta de personal cualificado para ello. El paradigma de desarrollo de aplicaciones sin codificación (No-code) o con un grado bajo de ella (Low-code) se han convertido en una tendencia en ascenso dentro de la industria de desarrollo de software. Algunas consultoras de tecnología estiman que las aplicaciones y desarrollos de software que utilizarán esta tecnología será del 65% en el 2024 [7]. Empresas como Microsoft, Outsystem o Appian lideran el mercado de plataformas Low-code, ofertando soluciones donde las personas no formadas en áreas informáticas, pero sí conocedoras de los giros de sus negocios o de sus nichos de mercado, puedan crear aplicaciones que satisfagan sus requerimientos sin la necesidad de contratar a todo un equipo de desarrolladores que produzcan una solución a la medida de sus necesidades, pero a costes que tal vez no pueda permitirse. A medida que la inteligencia artificial y el aprendizaje automático ayudan a mejorar las plataformas en cuanto a usabilidad, seguridad, escalabilidad, complejidad e interoperabilidad, se debate cuál será el aporte de los profesionales del software dentro de las industrias en el futuro próximo.

Este trabajo se enfoca en dos aspectos, uno descriptivo, donde se tocan con más profundidad, temas como las razones que permitieron el surgimiento del desarrollo Low/No-code, sus ventajas y desventajas y las plataformas que lideran estos tipos de desarrollo de software. El otro aspecto toca las consecuencias que está teniendo en el mercado de desarrolladores de software la creación y uso de este tipo de tecnología, tanto como la aparición del usuario no informático como desarrollador de aplicaciones. Para ello se realizó una exploración bibliográfica sobre el tema, escogiendo aquellos trabajos que tocaran los temas desarrollados en este trabajo y al final, mediante el análisis de los artículos y los trabajos escogidos, ofrecer resultados y conclusiones sobre la temática tratada obtenidos en la investigación.

## II. DESARROLLO

Low/No-code como respuesta a la problemática del software

### A. Los problemas fundamentales del desarrollo de software

Los sistemas requeridos por las compañías van ganando en complejidad con el paso de los años; al mismo tiempo, las ventanas de oportunidad que estas observan, para poder explotar ventajas de mercado, son cada vez más estrechas. Esta situación presiona a los desarrolladores a entregar productos con un mayor grado de sofisticación en períodos de tiempo cada vez más cortos. Lo que, aunado con un déficit de talento en todas las áreas relacionadas con el desarrollo del software, exacerbaban los problemas que ya arrastraba la industria desde sus inicios: sistemas que no funcionan como se requería, o que eran simplemente incorrectos; plazos de entrega de productos que no se cumplen, presupuestos rebasados o agotados, entre otros problemas. La solución más empleada para hacer frente a los plazos de entrega y la remediación de problemas era aumentar el personal en los departamentos, subcontratar personal externo para encargarse de aspectos menos técnicos de proyecto, o si no existía otra alternativa, contratar empresas para afrontar proyectos completos. La irrupción de la pandemia del COVID-19, produjo consigo un impulso exponencial a la digitalización acelerada de varios aspectos de la actividad económica, lo que provocó que el talento en desarrollo de software fuese cada vez más demandado, profundizando la crisis en el sector. Esta escasez de talento fue la razón principal en el ascenso de las aproximaciones Low/No-code dentro de la industria del desarrollo de aplicaciones, ya que este aspecto es fundamental para la creación y entrega de proyectos.

### B. Low-code y No-code

Puede parecer que los términos low-code y no-code pueden ser denominaciones alternativas de un mismo concepto, sin embargo, existen diferencias importantes. Low-code es un término que acuñó en 2014 el Forrester Research [8] y que se refiere a un paradigma o enfoque de desarrollo de software en el cual no se requiere de conocimientos profundos de programación, en comparativa con el desarrollo tradicional, para la creación y puesta en funcionamiento de un proyecto de software. No obstante, la persona sí debe poseer conocimientos de programación para utilizar con propiedad y dominio las plataformas basadas en ese enfoque [3].

En cambio, las plataformas no-code están pensadas para usuarios no informáticos, pero que poseen un conocimiento importante sobre el giro del negocio de una organización o empresa. Esto le permite tener una perspectiva clara sobre las necesidades a las que debe responder un aplicativo para cubrir los requerimientos a los que debe dar solución. Por lo general el diseño empleado por los desarrolladores de estas plataformas, para permitirle al usuario el acceso a las herramientas de desarrollo, consiste en representar a las funcionalidades que ofrece la plataforma como bloques que el usuario puede arrastrar y soltar en un área donde se pueden conectar entre sí [3].

El objetivo de las plataformas Low/No-code son muy similares, proveer de entornos que agilicen el desarrollo y despliegue de aplicaciones digitales en lapsos de tiempo más cortos que los acostumbrados al utilizar un enfoque de programación tradicional. A pesar de que existen divergencias notables entre las capacidades y en el despliegue de funcionalidades entre diferentes plataformas, la tendencia general indica que, en un futuro no muy lejano, las plataformas Low/No-code tendrán un nivel de accesibilidad, adaptabilidad y potencia que serán actas para el uso tanto de usuarios con pocas nociones de informática, como de usuarios con conocimientos técnicos en desarrollo de software más avanzados.

### III. METODOLOGÍA

Low/No-code como respuesta a la problemática del software

#### A. Los problemas fundamentales del desarrollo de software

Los sistemas requeridos por las compañías van ganando en complejidad con el paso de los años; al mismo tiempo, las ventanas de oportunidad que estas observan, para poder explotar ventajas de mercado, son cada vez más estrechas. Esta situación presiona a los desarrolladores a entregar productos con un mayor grado de sofisticación en períodos de tiempo cada vez más cortos. Lo que, aunado con un déficit de talento en todas las áreas relacionadas con el desarrollo del software, exacerbaban los problemas que ya arrastraba la industria desde sus inicios: sistemas que no funcionan como se requería, o que eran simplemente incorrectos; plazos de entrega de productos que no se cumplen, presupuestos rebasados o agotados, entre otros problemas. La solución más empleada para hacer frente a los plazos de entrega y la remediación de problemas era aumentar el personal en los departamentos, subcontratar personal externo para encargarse de aspectos menos técnicos de proyecto, o si no existía otra alternativa, contratar empresas para afrontar proyectos completos. La irrupción de la pandemia del COVID-19, produjo consigo un impulso exponencial a la digitalización acelerada de varios aspectos de la actividad económica, lo que provocó que el talento en desarrollo de software fuese cada vez más demandado, profundizando la crisis en el sector. Esta escasez de talento fue la razón principal en el ascenso de las aproximaciones Low/No-code dentro de la industria del desarrollo de aplicaciones, ya que este aspecto es fundamental para la creación y entrega de proyectos.

#### B. Low-code y No-code

Puede parecer que los términos low-code y no-code pueden ser denominaciones alternativas de un mismo concepto, sin embargo, existen diferencias importantes. Low-code es un término que acuñó en 2014 el Forrester Research [8] y que se refiere a un paradigma o enfoque de desarrollo de software en el cual no se requiere de conocimientos profundos de programación, en comparativa con el desarrollo tradicional, para la creación y puesta en funcionamiento de un proyecto de software. No obstante, la persona sí debe poseer conocimientos de programación para utilizar con propiedad y dominio las plataformas basadas en ese enfoque [3].

En cambio, las plataformas no-code están pensadas para usuarios no informáticos, pero que poseen un conocimiento importante sobre el giro del negocio de una organización o empresa. Esto le permite tener una perspectiva clara sobre las necesidades a las que debe responder un aplicativo para cubrir los requerimientos a los que debe dar solución. Por lo general el diseño empleado por los desarrolladores de estas plataformas, para permitirle al usuario el acceso a las herramientas de desarrollo, consiste en representar a las funcionalidades que ofrece la plataforma como bloques que el usuario puede arrastrar y soltar en un área donde se pueden conectar entre sí [3].

El objetivo de las plataformas Low/No-code son muy similares, proveer de entornos que agilicen el desarrollo y despliegue de aplicaciones digitales en lapsos de tiempo más cortos que los acostumbrados al utilizar un enfoque de programación tradicional. A pesar de que existen divergencias notables entre las capacidades y en el despliegue de funcionalidades entre diferentes plataformas, la tendencia general indica que, en un futuro no muy lejano, las plataformas Low/No-code tendrán un nivel de accesibilidad, adaptabilidad y potencia que serán actas para el uso tanto de usuarios con pocas nociones de informática, como de usuarios con conocimientos técnicos en desarrollo de software más avanzados.

### C. Ventajas de utilizar plataformas Low/No-code

Los objetivos de las plataformas Low/No-code son principalmente, reducir la complejidad y los tiempos de desarrollo y entrega de productos digitales [9]. Sin embargo, se pueden destacar otros beneficios que traen consigo su empleo. Entre ellas se pueden destacar:

- **Disminución de costos:** al disminuir el intervalo temporal de desarrollo de un producto y los recursos destinados a él, se contraen los costos generados en su desarrollo. Esto puede aplicar tanto si utiliza el talento humano de la empresa u organización como si se externalizar su producción.
- **Rapidez:** es uno de los aspectos de mayor importancia para las empresas. Al estar desarrollado desde el inicio gran parte o toda la programación necesaria, los desarrolladores se pueden enfocar en aspectos como la usabilidad, la configuración de la interfaz y en la experiencia del usuario. Todo esto gracias a que el tiempo de desarrollo en estas plataformas con respecto al desarrollo tradicional es entre 5 y 10 veces más veloz [8].
- **Competitividad:** esto debido a que pueden sacar productos de manera ágil, satisfaciendo los requerimientos más complejos de sus clientes, manteniendo las ventajas estratégicas frente a sus competidores [10].
- **Facilidad de uso:** al permitir a personas con escasos o nulos conocimientos de programación, puedan por sí mismo desarrollar aplicaciones que satisfagan una necesidad digital presente en sus organizaciones o empresas, provoca incentivos positivos en diferentes áreas productivas. Por lo general estas personas, que no son profesionales de la programación o el desarrollo de software, poseen otras habilidades y conocimientos operativos que les permiten identificar los que requieren tanto los clientes como sus propios departamentos de trabajo. Estos trabajadores son especialmente útiles cuando las demandas de soluciones digitales son abundantes en organizaciones con limitados recursos de TI [8].
- **Disminución de la complejidad:** como las aplicaciones se desarrolla a partir de recursos y funcionalidades ya diseñadas y que están disponibles para su implementación, los equipos de desarrollo pueden centrarse en la personalización y en la mejora continua de la experiencia del usuario al utilizar la aplicación.
- **Seguridad:** la escasez de personal de TI, con frecuencia condiciona la prioridad de los proyectos que pueden gestionar; dicha situación relega a los proyectos más pequeños al nivel de prioridades menores, por lo que los empleados de departamentos, o incluso los mismos profesionales de TI subcontratan a terceros para atender estos requerimientos. A esto se lo denomina shadow IT, o TI en las sombras [11]. Esta situación compromete la seguridad en TI de las empresas y organizaciones, ya que no estaría en su control los temas de manejo de datos y de seguridad. Con las plataformas Low/No-code el personal de TI puede coordinar a los usuarios programadores para que generen en estas plataformas aplicaciones que cumplan con sus necesidades sin para ello emplear directamente al personal de TI. Esta estrategia puede ahorrar tiempo en pruebas de seguridad, privacidad y optimización, ya que, si el software está desarrollado bajo estos parámetros, los aplicativos estarán más rápido en producción [11].
- **Bajos costos de mantenimiento:** este beneficio puede observarse cuando se requiere actualizar los servicios disponibles para mantenerse a la vanguardia de los requerimientos de los usuarios y del segmento del negocio. En el caso específico de las plataformas low-code, debido al que es poca la cantidad de programación ejecuta, es más fácil y a la vez menos costoso de actualizar y de mantener [9].

- Integración de perfiles profesionales a labores TI dentro de las organizaciones: al aprovechar los conocimientos de los profesionales en diferentes áreas de las compañías u organizaciones, para el desarrollo de productos digitales, dichas organizaciones ganan en flexibilidad y en competitividad, pues aprovechan los conocimientos integrados de todas las áreas, pues son estos quienes conocen las necesidades del negocio. Por ello el 44% de usuarios de plataformas Low/No-code son de usuarios de perfiles profesionales no asociados a TI, pero con supervisión de estos profesionales [10] [9].
- Reducción de funcionalidades innecesarias: Al poder desarrollar productos básicos para probar una cantidad mínima de ideas y funcionalidades en las plataformas Low/No-code que pueden satisfacer los requerimientos de los usuarios, evitando utilizar tiempo y recursos valiosos en funcionalidades y requerimientos que no tendrán el favor de los usuarios [9].

#### D.Desventajas

Entre las principales razones que se conocen por las que las empresas u organizaciones no adoptan enfoques de desarrollo Low/No-code es el desconocimiento de las mismas [10]. Luego están el depender de una plataforma particular, problemas asociados a la seguridad y la personalización de las aplicaciones y problemas con respecto a la escalabilidad. Toquemos estos temas a continuación.

Escalabilidad y personalización: por lo general, en las plataformas Low/No-code los bloques de construcción están diseñados para un conjunto básico de funcionalidades [12] que, si bien puede acortar el tiempo de desarrollo de aplicación no muy complejas, les pone por detrás de lo que puede ofrecer la programación tradicional en cuanto a personalización y escala. Por tanto, para aplicaciones que requieran un alto grado de personalización, como las utilizadas para ciencias de datos, las plataformas Low/No-code no responder a dichas exigencias. Para que las plataformas Low/No-code puedan ofrecer niveles de personalización y de complejidad que equiparen a la programación tradicional puede tardar un tiempo considerable y mucho trabajo [13].

- Fragmentación del desarrollo de aplicaciones: no todas las plataformas Low/No-code ofrecen la posibilidad de trabajar bajo diferentes enfoques de programación según los requerimientos de las empresas o compañías [9].
- Orientación al usuario: con frecuencia, las personas que utilizan las plataformas Low/No-code no provienen del área de programación o de sistemas, son profesionales de ingeniería experimentados en otras áreas, que desean aplicar sus conocimientos en los aplicativos que están desarrollando, empleando modelos y estándares conocidos por ellos [9].

#### E.Plataformas Low/No-code líderes

Aunque existe más de 300 plataformas que ofrecen servicios basadas en este tipo de tecnologías, solo algunas lideran en este rubro [14]. Sólo se mostrarán, para realizar un ejercicio comparativo, cuatro de las plataformas que mejor se encuentran posicionadas en el mercado.

#### F.Microsoft Power Apps

El gigante tecnológico en su plataforma ofrece un conjunto de herramientas integradas que le permiten a los usuarios el desarrollo de aplicaciones cuya escala se comprende entre baja a media. La plataforma de Microsoft está siendo utilizada principalmente por empresas de servicios y de manufactura, sin contar con un 43% de compañías de diversos segmentos económicos que también la usan [14].

Como se observa en la Fig. 1, Microsoft una ruta de desarrollo consistente en cuatro bloques de funcionalidad, Power BI, que es una herramienta que te ayuda a analizar y visualizar datos con el objetivo de obtener información crítica para la toma de decisiones empresariales. Power Apps, que junto con Power Automate conforman las herramientas con la cual se desarrollan las aplicaciones; tiene integradas tanto servicios como conectores y un entorno de datos para pruebas que luego se puede enlazar con las bases de datos de los clientes de la empresa. Además, se puede integrar con otros servicios de Microsoft como MS Office 365, MS Azure, MS Teams, entre otros. Por último, ofrecen un soporte para la creación, si se requiere, de asistentes virtuales con Power Virtual Agents, así pueden dar seguimiento y soluciones a problemas y solicitudes enviadas a la empresa.

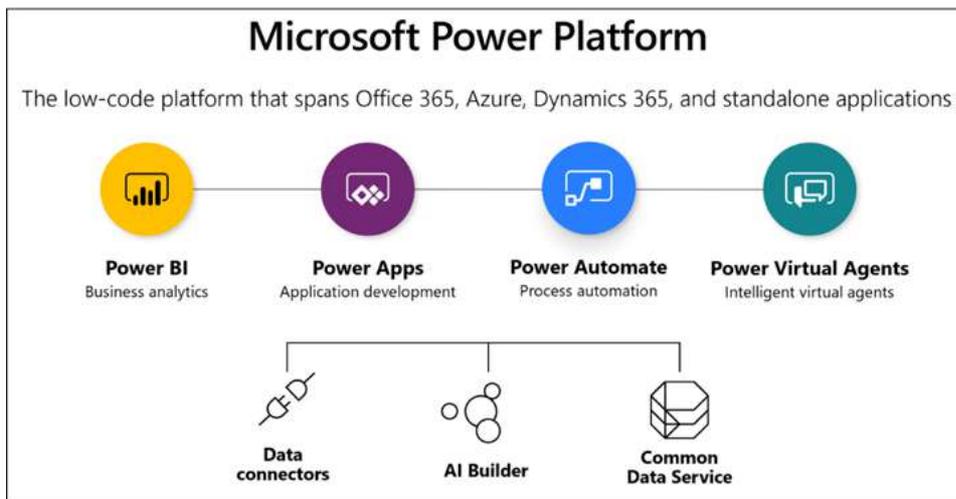


Fig. 1. Plataforma Low/No-code de Microsoft [15].

G.Appian

Appian es otra plataforma de desarrollo Low/No-code (Fig.2). Tiene una gran presencia en la industria de los servicios financieros de donde provienen el 40% de sus clientes [14]. Se destaca principalmente por ofrecer una interfaz de desarrollo que posibilita la construcción de aplicaciones con un mayor grado de complejidad, en donde se requiera un nivel de automatización y de análisis de datos avanzados. En el apartado de análisis, Appian ha incorporado Process Mining, una herramienta de análisis con Inteligencia Artificial, a su plataforma; esta permite, a través de un análisis histórico, la determinación de todas aquellas variables que pueden introducir ineficiencias en el sistema de tal forma de predecirlos y evitarlos. Otra funcionalidad que ha introducido Appian es la posibilidad de seguir trabajar offline desde un móvil [16].

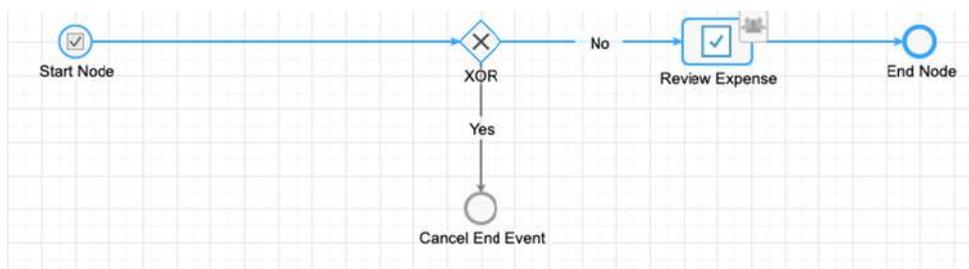


Fig. 2. Modelo simplificado de Procesos de Appian [17].

## B.Outsystems

OutSystems fue pionera en el establecimiento de las plataformas Low/No-code como alternativa a la programación tradicional [1], enfocándose en ofrecer la construcción rápida de soluciones de software (Fig. 3), tanto para ecosistemas móviles como para web [18]. La plataforma ofrece un entorno integrado que abarca de principio a fin el ciclo de vida de desarrollo: desarrollo, pruebas de calidad, implementación, monitoreo y soporte. En la fig. 3 se puede observar de manera esquemática la integración de la arquitectura de trabajo, donde se muestran los dispositivos de acceso a la plataforma, los servicios, las interfaces de usuario, los módulos de desarrollo, de control calidad e implementación, donde además se puede monitorear mediante reportes de desempeño. Outsystem, al igual que otras plataformas como Appian y Microsoft Power Platform, se apoyan en el uso de Inteligencia Artificial y Aprendizaje automático para brindar apoyo a los usuarios brindándoles recomendaciones, automatización de procesos y ciclos de pruebas y validaciones de desempeño de las aplicaciones desarrolladas en la plataforma [11].

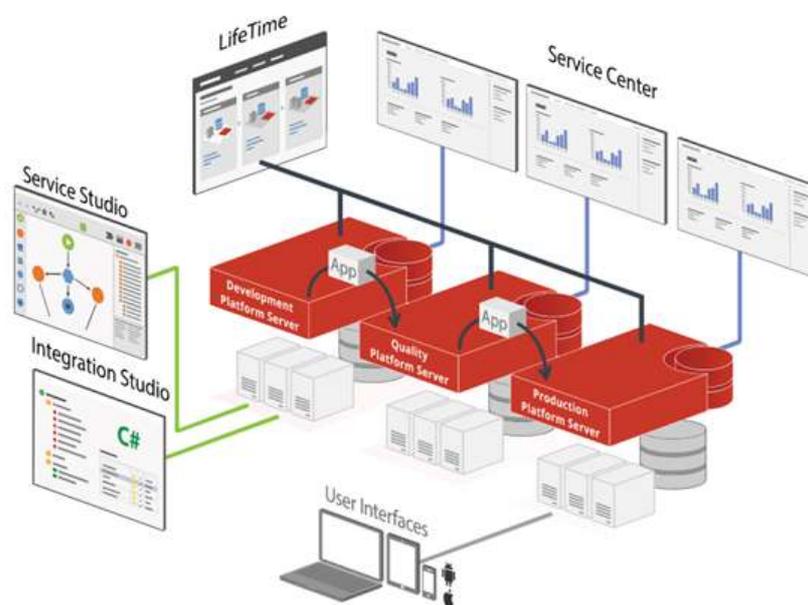


Fig. 3. Arquitectura de trabajo en Outsystems [18].

## B.Mendix

Es otra plataforma que lidera el segmento de desarrollo Low/no-code (Fig. 4). De la misma forma que las otras plataformas, brinda apoyo al desarrollador mediante técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático; sin embargo, existen dos modalidades diferenciadas según el usuario. Para el usuario con el perfil de desarrollador ciudadano Mendix le ofrece el entorno Mendix Studio, donde la IA le puede dar al usuario principiante, guías, alternativas o sugerencias de desarrollo, una ruta de pruebas de desempeño y calidad, además de detección de errores [11]. Para desarrolladores más experimentados, Mendix tiene Medix Pro, con un entorno de desarrollo similar a los utilizados por los profesionales de software. Consiste en un entorno web en el cual se puede acceder y ver los proyectos en curso. Se puede conectar el proyecto a una base de datos propia o a una facilitada por Mendix. También se puede crear una hoja de cálculo y Mendix puede crear un proyecto. Por lo expuesto, el enfoque es similar al de un proyecto de ingeniería de software, se puede hacer seguimientos del proyecto, guardar versiones, y hacer validaciones de funcionalidad del proyecto en entornos de prueba. En este sentido, la plataforma de Midex se comporta con lo haría un IDE [19]. En la fig. 4 se ve un ejemplo de validación de un formulario en el tablero de diseño de Medix Studio.

## Mendix visual designer

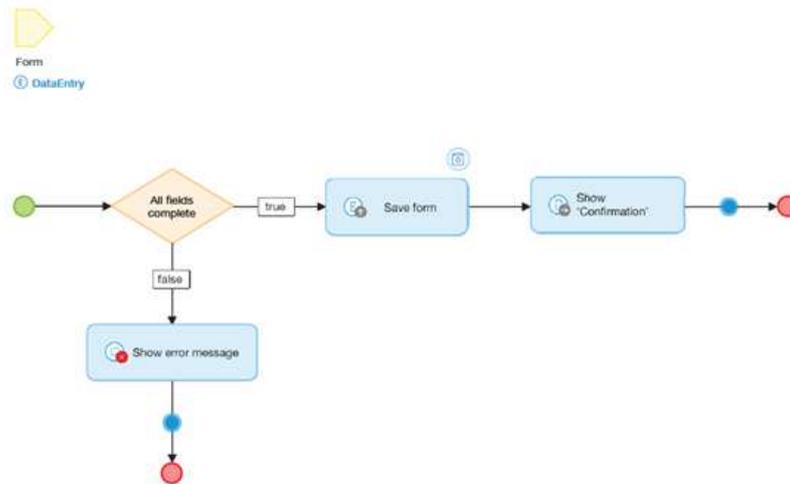


Fig. 4. El tablero de diseño de Medix [19].

## II. METODOLOGÍA

En esta investigación se utilizaron fuentes bibliográficas referente a temas de desarrollo low-code y no-code y que tuviesen relevancia en torno a la temática. Se consultaron fuentes de acceso abierto de bases de datos como Scopus, IEEE, ArxivX, y portales especializados en consultoría y tecnología. Para ellos se utilizaron palabras clave para la inclusión de documentos, las cuales fueron las siguientes:

- Low code.
- No code.
- Desarrollo de software.
- Desarrollo de aplicaciones.

Además de los criterios antes mencionados, se consideraron aspectos como:

- Especificaciones de funcionamiento de plataformas Low/No-code.
- Estadísticas importantes sobre el impacto de las plataformas de desarrollo Low/No-code.
- -Trabajos que desarrollaran aplicaciones basadas en Low/No-code.
- -Análisis sobre la importancia del desarrollo Low/No-code de cara al futuro por consultores y expertos.

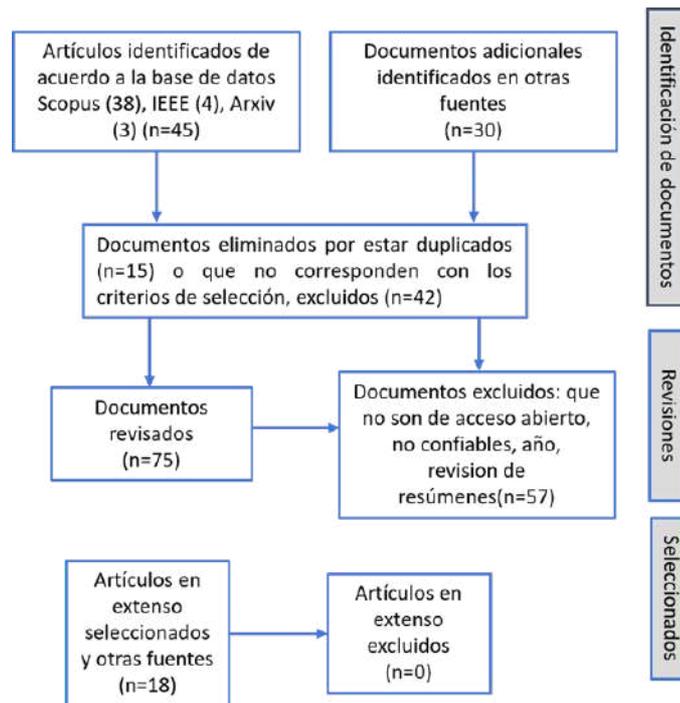


Fig. 5. Criterio de selección bibliográfica.

De la selección de archivos se realizó según se muestra en la Fig. 5, donde primero se hizo una búsqueda exploratoria por las bases de datos identificadas, realizando una revisión de 99 documentos que relacionados con la temática del desarrollo con aproximación Low/No-code, de ellos se escogieron 10 artículos que se comprendían dentro de los parámetros de selección. Además, se agregaron 8 archivos de páginas de consultoría y de expertos entorno al desarrollo Low/No-code, para un total de 18 referencias.

#### IV. RESULTADOS

Una vez escogido el material de trabajo, segmentada entre trabajos académicos, páginas de consultoría en tecnología, conferencias y material de las propias desarrolladoras de plataformas Low/No-code se identificaron los siguientes resultados:

- Las tecnologías Low/No-code (de baja o nula programación) se caracterizan por hacer mejorar tres aspectos inherentes a la programación y al desarrollo del software, que son: en primera instancia, la curva de aprendizaje de la plataforma. Todos los lenguajes de programación y todas las plataformas de desarrollo tradicional poseen curvas de aprendizaje mayores que las que se observan en el aprendizaje y manejo de las plataformas con un enfoque de poca o nula programación. La asistencia virtual resulta ser una ventaja potente como guía al principiante; a esto se le añade la disposición de los elementos dentro de la interfaz de usuario, que facilitan su identificación y uso. Todo esto les permite a las personas que inician en el desarrollo de soluciones de software en estas plataformas, alcanzar un nivel de experticia adecuado para emprender proyectos más rápido que en las plataformas tradicionales. Otro aspecto importante es la programación en sí misma. Al no requerir programación o requerir de muy poca, los profesionales de otras áreas que no están relacionadas con informática y computación no necesitan conocer los detalles más técnicos del desarrollo de software y pueden centrarse en la lógica y la abstracción del funcionamiento que necesitan en las aplicaciones que requieren crear. Por último, las plataformas de desarrollo Low/No-code, al involucrar en el desarrollo de soluciones de software a personal de las organizaciones sin tener que contratar más personal o subcontratar a terceros, les permite ahorrar recursos valiosos, apoyando la competitividad y la eficiencia organizativa.

- Las investigaciones muestran que existen segmentos económicos en los cuales los desarrollos en plataformas basadas en poca o ninguna codificación ganan espacio. Los sectores manufactureros, de servicios financieros y de servicios en general, muestran una clara tendencia en la adopción de estas plataformas [9] y una distribución de uso que abarca importantes zonas geográficas de del mundo [11].
- Las plataformas Low/No-code se han posicionado como la solución de desarrollo de software con mayor acogida frente a la problemática de la falta de personal cualificado para cubrir todas las necesidades que requieren las empresas y organizaciones actualmente. Sin embargo, aún no se percibe como una solución completamente viable para sustituir el desarrollo tradicional, debido a que la curva de demanda de personal en estas áreas es todavía elevada. Si bien muchos analistas ven una evolución positiva en las capacidades tecnológicas de las plataformas low/No-code, todavía la industria está en una fase temprana tanto de adopción como de desarrollo.
- La evidencia más clara de la fase temprana en que se encuentran las plataformas de desarrollo Low/No-code es las falencias que más destacan de estas plataformas. Problemas de escalabilidad, dependencia y obsolescencia en el soporte, profundidad y personalización de las aplicaciones indican que existe todavía mucho trabajo por hacer en estas áreas a fin de que pueda ser un competidor de pesos en los años venideros. Las consultoras como Gartner o Forrester pronostican el establecimiento de estas tecnologías con una tasa de penetración de hasta el 75% para 2024, sin embargo, está por confirmarse si las compañías desarrolladoras pueden conseguir el crecimiento tecnológico que requieren y mantenerse en la vanguardia del sector.

#### IV. CONCLUSIONES

La transformación digital empuja a las compañías a cada vez más digitalizar su presencia en los mercados en los cuales funcionan. Si además de añaden factores inmanentes como la pandemia del COVID-19, el resultado es la aceleración de la demanda de personal tecnológicamente cualificado en áreas de software y desarrollo de aplicaciones móviles y web. El desarrollo de las plataformas Low/No-code nace como respuesta a la carencia sistemática de dicho personal. Esta aproximación, que nace como una propuesta de solución a las necesidades de crecimiento y adaptación de las compañías y organizaciones a sociedades que utilizan cada vez más soluciones digitales en su día a día, ha traído a discusión temas entorno a esta realidad, como los roles del profesional de la programación en un futuro cercano y la manera en que se está configurando incluso el futuro de las carreras que se asocian a este sector, las comunidades que se formaran entorno a los desarrollos Low/No-code e incluso la desaparición de la programación tradicional.

En primera instancia, en cuanto a la pertinencia del desarrollo Low/No-code, es indudable que su adopción positiva indica que realmente está dando respuestas a necesidades reales del mercado de desarrollo de aplicaciones. La cantidad de plataformas que existen, que son 300 aproximadamente, indican también que, en poco tiempo, aquellas que mejor se adapten a las necesidades de las empresas y los usuarios serán las que sobrevivan y seguirán creciendo, mientras que las demás desaparecerán o se convertirán en plataformas de nichos específicos. En esta línea, se observa que aquellas compañías que desarrollan sus herramientas apoyándose en inteligencia artificial y aprendizaje automático están progresando con mayor velocidad. La evolución del mercado y de los requerimientos de los usuarios hace prever que la nueva transición será hacia un desarrollo preponderantemente No-code o sin programación.

Con respecto al rol del profesional del software en medio de esta nueva transición tecnológica, mucho se comenta de la democratización del desarrollo de aplicaciones y de la figura del desarrollador ciudadano como nuevo actor en la industria. Sin embargo, tanto las consultoras de tecnología como las investigaciones académicas no ahondan en lo que permite a las nuevas plataformas Low/No-code seguir progresando en su presencia de mercado. Dentro de cada plataforma estarán profesionales con amplios

Como no existe una investigación académica extensa del tema, y muy poca como tal se centra en las necesidades de formación de los profesionales que quieran estar capacitados en esta área, una investigación sistemática sobre metodologías de enseñanza que puedan dar respuesta a esta necesidad se revela como muy necesaria. sin embargo, se puede ya esperar que, cualquier enfoque o aproximación al tema debe tomar en cuenta la necesidad de incluir un tratamiento multidisciplinario de la enseñanza, tomando en cuenta que en este nuevo escenario, no solo los profesionales del desarrollo de software estarán interesados en formarse en el conocimiento de las temas relacionados con informática, y que, según las estadística sobre la cantidad de personas formándose en tecnologías asociadas al desarrollo, no llegan á más allá del 2% de la población mundial. Por último, y teniendo en consideración aquellas actividades en las cuales el desarrollo Low/No-code está creciendo, como la manufactura, los servicios financieros, y los servicios en general, se requiere mayor investigación en relación entre las tecnologías asociadas a la industria 4.0 con las plataformas de desarrollo de este tipo. Cuál sería el grado de interoperabilidad o funcionalidad requerida y cómo pueden transformar los procesos industriales y de qué manera pueden afectar a la sociedad.

Por tanto, es necesario realizar más investigaciones sobre las plataformas Low/No-code, se requiere hacer pruebas de operación, desarrollo, funcionalidad e implementación, haciendo las pruebas de flexibilidad, accesibilidad, seguridad, diseño, tiempo de entrega de productos entre otros aspectos y compararlos con resultados similares utilizando una aproximación de desarrollo tradicional.

## REFERENCIAS

- [1] H. A. Alsaadi, D. T. Radain, A. M. M., W. F. Alshammary, D. Alahmadi y B. Fakieh, «Factors that affect the utilization of low-code development platforms: survey study,» *Romanian Journal of Information Technology and Automatic Control*, vol. 31, n° 3, pp. 123-124, 2021.
- [2] J. C. Metrolho, F. Ribeiro y A. Ricardo, «A strategy for facing new employability trends using a low-code development platform.,» de 14th International Technology, Education and Development Conference., Valencia, 2020.
- [3] M. Moskal, «No-code application development on example of Logotec App Platform,» *Informatyka, Automatyka, Pomiar y Gospodarcze i Ochronie Środowiska*, vol. 11, n° 1, pp. 54-57, 2021.
- [4] E. Stolterman y A. C. Fors, «Information and technology for the good life,» *International Federation for Information Processing*, vol. 143, n° 1, pp. 687-692, 2004.
- [5] E. Henriette, M. Feki y I. Boughzala, «The Shape of Digital Transformation: A Systematic,» de MCIS 2015 Proceedings, Samos, 2015.
- [6] Y.-H. Chang y C.-B. Ko, «A Study on the Design of Low-Code and No Code Platform for Mobile Application Devdelopment,» *International Journal of Advanced Smart Convergence*, vol. 6, n° 4, pp. 50-55, 2017.
- [7] G. Hurlburt, «Low-Code, No-Code, What's Under the Hood?,» Meryland, 2021.
- [8] C. Richardson y J. R. Rymer, «The Forrester Wave™: Low-Code Development Platfirms Q2 2016,» Forrester, Washington D. C., 2016.
- [9] R. Sanchis, O. García-Perales, F. Fraile y R. Poler, «Low-Code as Enabler of Digital Transformation in Manufacturing Industry,» *Applied Sciences*, vol. 10, n° 1, pp. 12-30, 2021.
- [10] OutSystems, «The State of Application Development Is IT Ready for Disruption?,» Outsystems, Boston, 2019.
- [11] Z. Yang, «Arxiv.com,» 21 december 2021. [En línea]. Available: <https://arxiv.org/abs/2112.14073>. [Último acceso: 30 May 2022].
- [12] M. Woo, «The Rise of No/Low Code Software Development—No Experience Needed?,» *Engineering*, vol. 6, n° 2020, pp. 960-961, 2020.
- [13] J. Stangarone, «MRC,» michael, Ross & Cole, ltd. , 28 March 2019. [En línea]. Available: <https://www.mrc-productivity.com/blog/2019/03/pros-and-cons-of-low-code-development-platforms/>. [Último acceso: 29 May 2022].
- [14] . Kulkarni, «Deciphering Low-Code/No-Code Hype – Study of Trends, Overview of Platforms, and Rapid Application Development Suitability,» *International Journal of Scientific and Research Publications*, vol. 11, n° 7, pp. 536-540, 2021.

- 
- [15] Microsoft, «Microsoft News Center Latinoamérica,» Microsoft, 30 November 2021. [En línea]. Available: <https://news.microsoft.com/es-xl/aplicaciones-low-code-de-microsoft-para-potenciar-la-transformacion-digital/>. [Último acceso: 1 junio 2022].
- [16] B. Fernández, «Silicon Technology Powering Business,» 27 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.silicon.es/la-plataforma-de-appian-mucho-mas-que-low-code-2456612>. [Último acceso: 20 Mayo 2022].
- [17] Appian, «Process Modeling Tutorial,» Appian, 2022. [En línea]. Available: [https://docs.appian.com/suite/help/22.1/Process\\_Modeling\\_Tutorial.html](https://docs.appian.com/suite/help/22.1/Process_Modeling_Tutorial.html). [Último acceso: 1 June 2022].
- [18] R. Martins, F. Caldeira, F. Sá, M. Abbasi y P. Martins, «An overview on how to develop a low-code application using OutSystems,» de 2020 International Conference on Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics (ICSTCEE), Bengaluru, 2020.
- [19] M. Heusser, «Tech Target,» 23 March 2021. [En línea]. Available: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/tip/A-closer-look-at-6-popular-low-code-development-platforms>. [Último acceso: June 5 2022].

# Modelo de gestión de seguridad en los dispositivos móviles en la comunidad universitaria

Rivadeneira Fabricio  
<https://orcid.org/0000-0001-6663-0070>  
Fabricior.rivadeneira@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone - Ecuador

Macías Ángel  
<https://orcid.org/0000-0002-2557-0267>  
angel.anhely@gmail.com  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone - Ecuador

Garcés Mercedes  
<https://orcid.org/0000-0001-8677-4274>  
mercedescatalin@outlook.com  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone - Ecuador

Bravo Holger  
<https://orcid.org/0000-0002-7595-6248>  
Kiritosama1999@gmail.com  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone - Ecuador

Andrade Martha  
<https://orcid.org/0000-0002-8481-2406>  
martty2596@hotmail.com  
Universidad  
Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone - Ecuador

Recibido(11/05/2022), Aceptado(13/07/2022)

**Resumen.** - La declaratoria de emergencia sanitaria a nivel mundial, por la pandemia del COVID-19 incrementó el uso de los dispositivos móviles, para realizar diferentes actividades, pero asociado a su utilización vienen riesgos de seguridad de la información. Conociendo que el ser humano es el encargado de operar los dispositivos móviles, y siendo este el eslabón más débil en la cadena de seguridad, al no gestionar de forma correcta la seguridad podría ser víctima de ataques de ingeniería social. Con esta investigación se determinó, como la comunidad universitaria gestiona, la seguridad en los dispositivos móviles, para lo cual se aplicaron 310 encuestas a estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicio, para el análisis de resultado, se aplicó el método estadístico, de análisis descriptivo, obteniendo como resultado que el 89% de encuestados gestionan de forma correcta los riesgos asociados a la seguridad, aunque la universidad no realiza capacitaciones, ni difunde mecanismos de protección para evitar ataques de ingeniería social.

**Palabras clave:** Seguridad móvil, ingeniería social, gestión de seguridad.

Security management model for mobile devices in the university community

**Abstract.** - The declaration of a global health emergency due to the COVID-19 pandemic increased the use of mobile devices to carry out different activities. Still, information security risks are associated with their use. Knowing that the human being is in charge of operating mobile devices, which is the weakest link in the security chain, it could be a victim of social engineering attacks by not managing security correctly. This research determined how the university community works security on mobile devices, for which 310 surveys were applied to students, teachers, and administrative and service personnel. For the analysis of the result, the statistical method was used, descriptive analysis, obtaining a result that 89% of respondents correctly managed the risks associated with security. However, the university does not carry out training nor disseminate protection mechanisms to avoid social engineering attacks.

**Keywords:** mobile security, social engineering, security management.

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio propuesto brindará antecedentes sobre la seguridad informática después de la pandemia a un nivel superior esto es importante ya que será beneficioso para ver dónde hay brechas y brindar un mejor servicio y revisar las vulnerabilidades en los procesos, convirtiéndose en la norma para otras organizaciones.

A lo largo del tiempo la sociedad ha incrementado a nivel exponencial la tecnología como medio de uso cotidiano, haciendo que elementos como los dispositivos móviles permitan a las personas emplearla de manera fácil y efectiva en todos los ámbitos. Los dispositivos móviles representan nuevas oportunidades para que los usuarios accedan a la información. Sin embargo, una mala gestión de estos dispositivos por parte de los usuarios puede provocar un problema de seguridad más aún si contiene información y acceso a aplicaciones para el desarrollo de sus actividades en la universidad, el presente estudio acerca de la Ingeniería Social y la Gestión de riesgos en dispositivos móviles puede permitirnos distinguir con claridad los potenciales problemas que hacen a los usuarios no identificar el ser víctimas; y de esta manera presentar como dar resolución a problemas concretos, en un área de actividad específica.

A nivel mundial el uso de dispositivos móviles para 2016 fue el 2.5, pero el 2021 ascendió a un 3.8% lo que representó un incremento de 1.371 millones de unidades, la cual ha seguido incrementándose a pesar del estancamiento del mercado, debido al creciente precio medio de venta de los teléfonos. Además, cabe denotar que la población mundial es de 7.400 millones de personas, valor que aparenta ser medianamente alto aun cuando se toma en consideración que el mundo tiene actualmente 7.700 millones de suscripciones a teléfonos móviles, es decir, hay más dispositivos móviles que habitantes. Otros datos es que ocho de cada 10 personas tienen cobertura móvil en el mundo, casi la mitad de la población mundial (3.600 millones de personas) usa Internet y tiene ordenador con conexión en casa [1].

Ecuador es uno de los países latinoamericanos con mayores repercusiones debido a la propagación de los dispositivos móviles. Su población urbana es tan solo del 64,3% (de un total de 17.77 millones de habitantes) lo que marca una diferencia significativa respecto a otros países latinoamericanos y nos dice mucho sobre el acceso de la población a internet ya que del 35,7% de su población rural solo el 16% cuenta con acceso a internet. Pese a esto, Ecuador experimenta un crecimiento en el acceso a internet y a redes sociales: un 10.17 millones de usuarios de internet y 14 millones de perfiles en redes sociales. De acuerdo con los datos del último análisis del incremento de dispositivos móviles se revela que cerca del 79.4% de usuarios poseen un aparato móvil con conexión permanente a internet; conllevando así a un aumento del 92% con usuarios que ingresan a medios sociales y a su vez haciendo que a diarios se sumen 16.7% de usuarios nuevos, lo que suma a 2 millones de perfiles nuevos [2].

El artículo está estructurado de la siguiente forma en la sección de desarrollo se encuentran temas como los dispositivos móviles, gestión de seguridad informática y la Ingeniería Social; a continuación, en la sección de la metodología se describe el método aplicado y el instrumento que se aplicó para la recolección de datos y la fórmula como se ponderó para la clasificación de la gestión de riesgo, Buena, Regular y Mala. En la última sección se hace un análisis de los resultados obtenidos por medio del programa SPSS y se hace referencia a una investigación futura.

## II. DESARROLLO

El fundamento de que el ser humano es el eslabón más difícil cuando nos referimos a seguridad informática toma mayor relevancia según se dan nuevos avances en los medios digitales y electrónicos, pues la dependencia de permanecer constantemente conectados por factores organizativos e interpersonales en la actualidad es bien percibida. La consecuencia de ser víctimas de un ataque puede significar no solo un gran impacto a nivel personal sino económico debido al costo oculto que puede desarrollarse para corregir la brecha de seguridad. Entre las consecuencias de ser víctimas de un ataque se encuentran la pérdida de credenciales, suplantación de red y fallos de restricción de acceso de URL malignos, lo cual involucra la pérdida intelectual; además de los gastos para recuperar la operatividad de una persona y/o institución [3].

De acuerdo con un estudio las TICS en el periodo del COVID-19, los temas de seguridad se volvieron fundamentales para todas las empresas a nivel nacional; según datos del Ministerio de telecomunicaciones en el año 2019 se registró un 41.05% de personas que usan computadoras y el 59.9%; de personas que tienen teléfono celular así mismo un 45.5% de personas con acceso a internet [4].

Los dispositivos móviles son aparatos de tamaño pequeño que cuentan con características tales como es el concepto de movilidad, los dispositivos móviles son pequeños para poder portarse y ser fácilmente empleados durante su transporte. En muchas ocasiones pueden ser sincronizados con algún sistema de la computadora para actualizar aplicaciones y datos [5].

Este tipo de dispositivos se comportan como si estuvieran directamente conectados a una red mediante un cable, dando la impresión al usuario que los datos están almacenados en el propio dispositivo.

Los conceptos de móvil y sin cables muchas veces se confunden. Un PDA con datos en él y aplicaciones para gestionarlos, puede ser móvil, pero no tiene por qué ser inalámbrico, ya que puede necesitar un cable para conectarse a la computadora y obtener o enviar datos y aplicaciones [6]. Por otro lado, un teléfono móvil equipado con un pequeño navegador puede hacer uso de Internet, considerándose inalámbrico, pero no móvil ya que no dispone de un valor agregado que aporte como característica extra alguna función en las aplicaciones del dispositivo cuando éste no está conectado a otros sistemas tales como: Computadoras, cámaras, etc. Si el PDA es capaz de conectarse a una red para obtener datos "en medio de la calle", entonces también se considera inalámbrico [7].

- a) Paginadores.
- b) Comunicadores de bolsillo.
- c) Internet Screen Phones.
- d) Sistemas de navegación de automóviles.
- e) Sistemas de entretenimiento.
- f) Sistemas de televisión e Internet (WebTV).
- g) Teléfonos móviles.
- h) Organizadores y asistentes personales digitales (Personal Digital Assistant).

Considerando el análisis detallado de la evolución de la Ingeniería Social y el impacto en los principales medios electrónicos y sociales del mundo durante el período 2015-2020, así como la indagación acerca del modo en que los hackers percibían la situación del sistema, permite visualizar los mecanismos que posibilitaron el desarrollo de un ataque no solo a dimensiones personales sino a nivel corporativo como la que vivió el mundo a partir del año 2020 [8]. La Ingeniería Social es usada en política con varios sentidos, uno relacionado a esfuerzos para la influencia de actitudes, relación o acciones sociales sobre la población de un país o región y el otro es implementado en programas de transformaciones sociales. [9].

Históricamente el termino ingeniería social fue apoyado por empresas para referirse a la persona que tenía función de mediador en la resolución de conflictos con intermediación racional entre el capital y el trabajo. [10] Sin embargo, en el año 1945 sufre una reintroducción por parte de Karl Popper donde llega a ser un método o técnica para el logro de multiplicidad de resultados, es decir se deja el concepto de ser un instrumento para resolución de conflictos para transformarse en manipulación de personas [11].

Por ello, ante esta situación es evidente que nos encontramos en una era donde virus, hacker, técnicas de phishing, ciberataque, fraudes y por falta de conocimiento y aplicación de técnicas, nos lleva a la importancia de generar una cultura de seguridad informática, para evitar la pérdida de información de importante y vital para nosotros y a la empresa que pertenecemos [12].

En la encuesta realizada por ESET a finales de 2020, el 87,6% de los participantes opinó que los cibercriminales han visto una oportunidad en el incremento del trabajo remoto para lanzar ataques dirigidos a las empresas, especialmente de ransomware, luego de comprometer los accesos remotos [13]. Adicionalmente con base en la telemetría de ESET, las empresas de Brasil (26,4%) fueron las más afectadas por casos de phishing durante 2020, seguidas por las empresas de Perú (22,8%), México con un (12%), Argentina (13,3%), Colombia (10,6%), Perú (8,9%) y finalmente Ecuador (5.8%) [13].

La ingeniería social puede entenderse como un tipo ataque (informático o telefónico) hacia un usuario y/o institución con la finalidad de recolectar información personal mediante el uso de técnicas de engaño [14]. Una definición clara del término Ingeniería Social se describe como el arte de manipular personas para eludir los sistemas de seguridad, consiste en obtener información de los usuarios por teléfono, correo electrónico, correo tradicional o contacto directo. Entre las formas de ataque podemos encontrar el Pretexting, tailgating, Baiting y el sextorsion [15].

La gran mayoría de ataques a empresas y/o personas naturales conllevan algún tipo de ataque de ingeniería social; por ejemplo, los clásicos correos electrónicos de "phishing" con estafas de tipo suplantaría (personal y/o institución), inserción de virus [16]. Para esto es evidente considerar que el primer paso para que inicie un proceso de protección contra ataques de ingeniería social se debe dar desde la educación en instituciones y a través de medios electrónicos; de esta manera impulsando campañas de este tipo se lograría formas de aprendizaje de como nunca dar clic en enlaces de origen desconocidos enviados a medios sociales y proteger las credenciales de los usuarios [17].

### III. METODOLOGÍA

Como primer punto, se realizó una revisión sistemática de la literatura enfocada al campo de estudio, para poder realizar una encuesta dentro de un formulario de Google Forms, la cual fue dirigida a la Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone y así permita observar y analizar la gestión de riesgo de la comunidad universitaria, la cual fue enviada por medio del correo institucional a la población de estudio, por consiguiente se depuraron las encuestas que estaban incompletas y se volvió a aplicar a otros usuarios hasta obtener el total de la muestra, la cual fue valorada por expertos, en este sentido se emplearon 20 preguntas para conocer la manera en que la comunidad universitaria gestiona la seguridad informática, se consideró una población de 1609 personas que conforman el personal administrativo, personal del código de trabajo, docentes de nombramiento, docentes de contrato y estudiantes. Además, se aplicó la ecuación (1) correspondiente al cálculo de la muestra finita.

$$n = \frac{(Z)^2 * p * q * N}{e^2 (N - 1) + Z^2 (p * q)} \quad (1)$$

Esto se refiere a:

- n** = Tamaño de la muestra.
- N** = Tamaño de la población (1609).
- p** = Probabilidad a favor (0.5).
- e** = Error de muestra (5% = 0.05).
- q** = Probabilidad en contra (0.5).
- Z** = Nivel de confianza (95% = 1.96).

Una vez que se obtuvo la muestra esta fue distribuida en 247 estudiantes, 11 docentes de contrato, 25 docentes de nombramiento, 3 del personal del código de trabajo y 24 del personal administrativo. Se utilizó para el análisis estadístico la aplicación SPSS para hacer depuración de los resultados, para comprender el nivel de la gestión de riesgos de los miembros de la comunidad universitaria se ponderó cada pregunta de la encuesta por Buena=3, Regular =2 y Malo=1; estos valores se multiplicaron por el número de respuestas contestadas, por un grupo de 20 preguntas, que arroja un total máximo de 60 puntos por miembro, donde el resultado menor de 35 puntos da a conocer que posee una mala gestión de riesgo, menos de 45 puntos gestiona de forma regular los riesgos en los dispositivos móviles y mayor a 46 puntos gestiona de buena forma los riesgos en los dispositivos móviles.

#### IV. RESULTADOS

Una vez realizado el estudio, se pueden describir los siguientes resultados basados en la encuesta de 20 preguntas que incluían consultas sobre el tipo de contraseña empleada, uso apropiado de contraseñas, uso apropiado de descargas, uso de gestores de contraseñas, la frecuencia del cambio de contraseñas en el dispositivo y las diferentes cuentas que en el administra el mismo. Lo cual muestra los siguientes resultados.

Los resultados mostraron que el uso del correo no se hace con la debida seguridad, pero se respetan ciertas normas que permiten tener una seguridad moderada, sin embargo, cuando se trata de redes sociales, la seguridad es mínima, ya que se abren enlaces sin las previsiones necesarias y se realizan descargas de forma indiscriminada de forma regular. Así mismo se observó que un alto porcentaje, correspondiente al 76% de las personas encuestadas, mantiene la sesión iniciada de sus redes sociales de forma permanente, mientras que solo el 7% cierra la sesión oportunamente. Estos datos observados permiten afirmar que la seguridad de las personas que conforman la comunidad universitaria no es la más idónea y están expuestos a posibles situaciones de riesgos, lo cual refleja además que es importante hacer énfasis en la seguridad en los entornos universitarios.

Por otro lado, se observó que las actualizaciones de los dispositivos generan una brecha de inseguridad ya que la mayoría desconoce si su sistema operativo se encuentra en su última actualización, esto se debe también a la poca cultura tecnológica que está brindando la universidad a todos los miembros de la comunidad universitaria. Otro de los datos que nos hace énfasis en la inseguridad de la información es que el 88% de los encuestados desconocen si han sido víctimas de un ciberataque, lo cual nos deja en duda los métodos que los miembros de la comunidad universitaria usan para proteger sus equipos y cuentas antes de ser atacados por un ciber delincuente, incluso ponen en riesgo la integridad de su información personal y la información de la organización a la que ellos pertenecen.

Analizando los datos se obtiene que el 4% de los encuestados pose una buena gestión de riesgos en sus diferentes dispositivos, el 75% de los encuestados dio a conocer que posee una regular gestión de riesgos, y el 21% posee una gestión mala de los riesgos, por tanto, se pudo identificar que aunque la universidad no capacite o no difunda estrategias para mitigar ataques de ingeniería social a los miembros de la comunidad universitaria, estos de forma empírica o por conocimiento general el personal universitario gestiona medianamente los riesgos de seguridad en sus dispositivos móviles. En base se plantea para futuras investigaciones el uso de un modelo de concientización para gestionar de forma eficiente la seguridad de la información en los dispositivos móviles elaborado por los autores, el mismo que a continuación se propone.

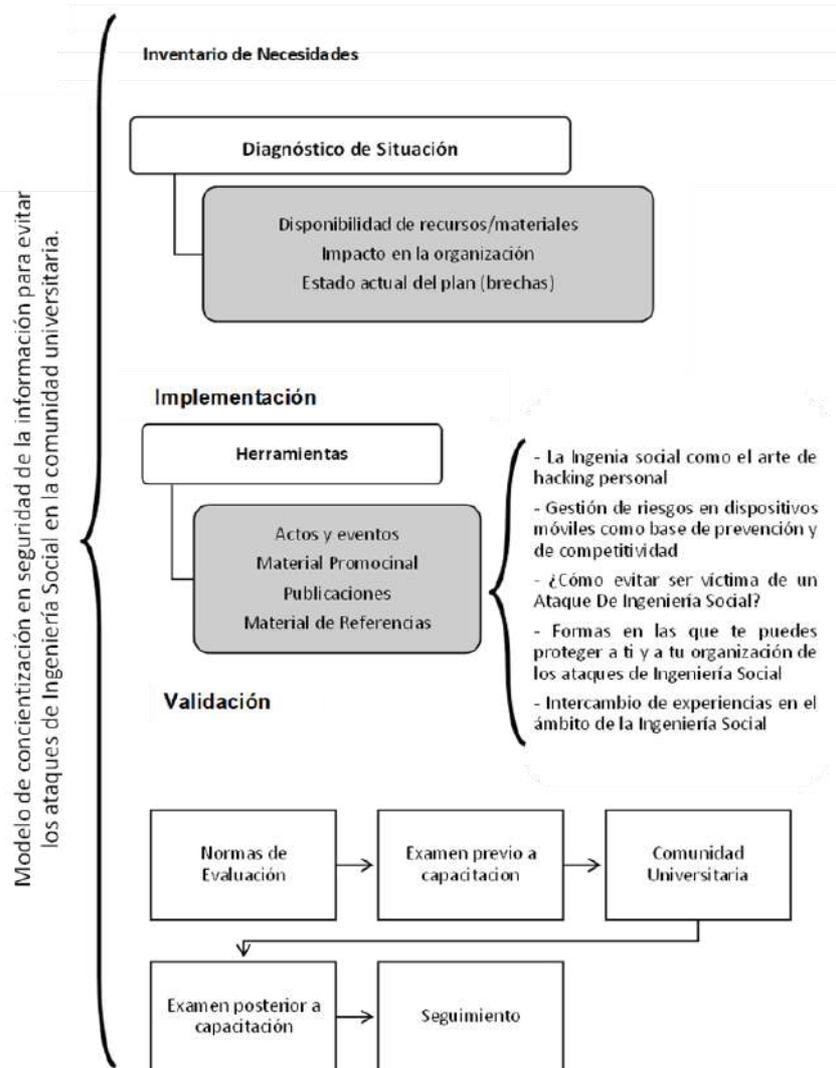


Fig. 1. Esquema del plan de concientización.

#### IV. CONCLUSIONES

El del uso de los dispositivos móviles a nivel mundial viene incrementando año tras año, pero con la pandemia del COVID-19 su uso tanto para actividades personales como laborales sufrió un crecimiento considerable, pero asociado al manejo de estos dispositivos vienen riesgos de seguridad que si no se gestionan de forma adecuada pueden ser aprovechados por personas inescrupulosas que pudiesen afectar socialmente a los usuarios, a través un vector de ataque efectivo y poniendo en un riesgo alto la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información de la comunidad universitaria.

La comunidad universitaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en su gran mayoría desconocen el término de ingeniería social y no saben cómo actuar si son víctimas de un ciberdelito pero aun así gestiona de forma regular y empírica los riesgos de seguridad en sus dispositivos móviles, por eso es importante que se cree un plan de concientización y difusión de los riesgos asociados a la ingeniería social y les permita ser el primer firewall en la protección de datos almacenados en sus equipos.

El uso apropiado de los dispositivos móviles, manteniendo los niveles de seguridad, puede ser una herramienta útil para la gestión de múltiples actividades de la vida diaria, desde una clase virtual, una actividad bancaria, la comunicación familiar, entre otras, que son necesarias en la vida moderna. Sin embargo, estas actividades pueden verse perjudicadas debido al alto impacto que puede generar un ciberataque en nuestro dispositivo, desde acceder a nuestros datos bancarios, información personal y sobre todo abrir paso para que las personas detrás de este ataque obtengan información privilegiada de la institución a la que pertenecen.

La importancia de esta investigación justamente radica en solucionar un problema existente el cuál es la brecha de inseguridad de la información que existe en la comunidad universitaria, y nuestra investigación propone un plan de concientización para poder así mejorar la gestión de riesgos en los dispositivos móviles y poder minimizar ataques de ciber delincuentes que quieran perjudicar la información privada de la institución y lucrarse a costa de una mala seguridad por que los miembros de la comunidad universitaria, que no saben cómo actuar ante un ciber ataque.

## REFERENCIAS

- [1] Rosa Fernández, «Número de usuarios de smartphones a nivel mundial desde 2016 hasta 2021,» <https://es.statista.com>, 14 02 2022. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/636569/usuarios-de-telefonos-inteligentes-a-nivel-mundial/>. [Último acceso: 12 07 2022].
- [2] J. P. Del Alcázar Ponce, «Estado Digital Oct/21,» MENTINNO, 31 10 2021. [En línea]. Available: [https://drive.google.com/file/d/1HlrELN8\\_t38AAwvS7zGgEFWsuHmKq7D/view](https://drive.google.com/file/d/1HlrELN8_t38AAwvS7zGgEFWsuHmKq7D/view). [Último acceso: 12 07 2022].
- [3] Y. S. Pascuas Rengifo, J. A. García Quintero y M. A. Mercado Varela, «Dispositivos móviles en la educación: tendencias e impacto para la innovación,» *Revista Politécnica*, vol. 16, n° 31, pp. 97-109, 2020.
- [4] Instituto Nacional de Estadística y Censos, «Encuesta de seguimineto al plan nacional de desarrollo,» Encuesta Multipropósito - TIC, Quito, 2020.
- [5] M. Jiménez Morales, M. Montaña y P. Medina Bravo, «Uso infantil de dispositivos móviles: influencia del nivel socioeducativo materno,» *repositori.upf.edu*, vol. 21, n° 8, p. 64, 2020.
- [6] D. W. Herrera Chávez, «Diseño e implementación de un prototipo de seguridad para control domótico basado en IoT bajo ambientes de dispositivos móviles con Android,» 07 05 2020. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20857>. [Último acceso: 12 07 2022].
- [7] G. Rueda, P. P. Laura Patricia y M. Lina, « Uso de dispositivos móviles como mediadores didácticos para fortalecer los recursos de aprendizaje de las ciencias naturales para el currículo de transición institución educativa Valentín García Granada-Meta,» Corporación Universitaria Minuto de Dios, Villavicencio-Colombia., 2019.
- [8] A. Méndez Carvajal, «Estudio de metodologías de ingeniería social,» 12 2018. [En línea]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/90305>. [Último acceso: 11 07 2021].
- [9] J. J. SEDANO PINZÓN, «LA INGENIERÍA SOCIAL, EL ANTES Y EL AHORA DE UN,» UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA, COLOMBIA, 2019.
- [10] D. Berenguer Serrato, «Estudio de metodologías de ingeniería social,» 01 06 2018. [En línea]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/81273>. [Último acceso: 12 07 2022].
- [11] C. BAUTISTA LIZ, «UN CIBERATAQUE BASADO EN LA INGENIERIA SOCIAL,» prcrepository.org, PUERTO RICO, 2021.
- [12] M. Domingo Prieto, Seguridad en dispositivos móviles, España: Universitat Oberta de Catalunya, 2019.
- [13] ESET Security Report (ESR), «SECURITY REPORT Latinoamerica,» ESET, 2021.
- [14] E. Y. Rodriguez Rincón, «Metodologias de la Ingenieria social,» 01 Junio 2018. [En línea]. Available: [https://solutesos.com/documts/metodologia\\_ingenieria%20social.pdf](https://solutesos.com/documts/metodologia_ingenieria%20social.pdf). [Último acceso: 12 07 2022].
- [15] J. P. Prado Díaz, «Ingeniería social, un ejemplo práctico,» ODIGOS, vol. 2, n° 3, p. 30, 2021.

[16] N. A. Camacho Nieto, «Una breve mirada a la ingeniería social,» 10 10 2016. [En línea]. Available: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/2712>. [Último acceso: 12 07 2022].

[17] J. J. Sedano Pinzón, «La ingeniería social, el antes y el ahora de un problema global,» 26 07 2019. [En línea]. Available: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28152>. [Último acceso: 12 07 2022].



**Fabricio Rivadeneira**, Ingeniero en Sistemas desde el 2010, Magister en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone. Docente Investigador acreditado por la SENESCYT REG-INV-18-02050.



**Ángel Macías**, Estudiante de Ingeniería en Sistemas, realice una tesis con el tema: Gestión de riesgos en dispositivos móviles para minimizar ataques de ingeniería social en la Comunidad Universitaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone. Soy un "Auditor y Pentester de Redes Wi-Fi", certificado.



**Mercedes Garcés**, Estudiante de Ingeniería en Sistemas, realizando una tesis con el tema: Gestión de riesgos en Cloud Computing para la continuidad de los servicios de las Instituciones Públicas del cantón Chone en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, realice una certificación de Analista de sistemas y Marketing digital.



**Josué Bravo**, Estudiante de Ingeniería en sistemas, realizando una tesis con el tema: Gestión de riesgos en dispositivos móviles para mitigar ataques de ingeniería social en la comunidad universitaria Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone. Poseo certificaciones de Hacking ético y Pentester.



**Martha Andrade**, Estudiante de Ingeniería en sistemas, realizando una tesis con el tema: Evaluación operativa del uso de pantalla táctil como tecnología de Información en las aulas del Área Técnica en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, realice una certificación como Analista de sistemas.

# Los entornos virtuales de gamificación orientados al aprendizaje de Android Studio

Valencia Castro Fátima Acnabel  
<https://orcid.org/0000-0002-9060-2392>  
e1316326238@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Muñoz Pino Jadira Nicole  
<https://orcid.org/0000-0003-1967-8519>  
e1316794161@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Viteri Alcívar Yanina Alexandra  
<https://orcid.org/0000-0003-2105-8802>  
yanina.viteri@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Solórzano Looor Wendy Claribel  
<https://orcid.org/0000-0002-2978-7148>  
e1313797084@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Zamora Moreira Eliana Dolores  
<https://orcid.org/0000-0002-0663-4296>  
e1313673608@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Recibido(23/05/2022), Aceptado(21/07/2022)

**Resumen.** - El propósito de la investigación fue determinar la efectividad de los entornos virtuales de gamificación como una estrategia pedagógica para motivar el aprendizaje en la plataforma de Android Studio a nivel de Bachillerato en la Unidad Educativa del Milenio "Jama". La cual tuvo un enfoque cuantitativo que desarrollo encuestas sobre los conocimientos previos alcanzados por los docentes relacionados con los entornos virtuales de gamificación, evidenciándose que el 97% de los docentes no cuentan con un conocimiento básico relacionado con el tema, al mismo tiempo el 67% no tiene conocimientos respecto de los entornos virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Planteándose la importancia de introducir los entornos virtuales de gamificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de mejorar la relación docente/estudiante, mediante el uso de la tecnología ya que se debe estar en constante aprendizaje para así estar a la par a los países más desarrollados a nivel global.

**Palabras clave:** Entornos virtuales, gamificación, aprendizaje, enseñanza-aprendizaje y Android Studio.

The learning-oriented gamification virtual environments of Android Studio

**Abstract.** - The purpose of the research was to determine the effectiveness of virtual gamification environments as a pedagogical strategy to motivate learning on the Android Studio platform at the High School level in the Millennium Educational Unit "Jama." Which had a quantitative approach that developed surveys on the previous knowledge achieved by teachers related to virtual gamification environments, showing that 97% of teachers do not have basic knowledge related to the subject, and at the same time, 67% have no knowledge regarding virtual environments in the teaching-learning process. Therefore, it was considered essential to introduce virtual gamification environments in the teaching-learning process to improve the teacher/student relationship through technology since one must constantly learn to be on par with the most developed countries globally.

**Keywords:** Virtual environments, gamification, learning, teaching-learning, and Android Studio.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la misión que desarrolla el docente es de vital importancia la cual permite optimizar los procesos educativos, por lo que es imprescindible poner a su disposición alternativas que permitan mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ahora bien, la investigación propuesta va relacionada con el tema de los entornos virtuales de gamificación orientados al aprendizaje del manejo del software Android Studio como una alternativa la cual permitirá motivar de mejor manera al estudiante.

Se ha observado que existe desinterés y bajo rendimiento en los estudiantes de bachillerato de países latinoamericanos, en este sentido diversos estudios [1] muestran que esta actitud por parte de los estudiantes puede ser ocasionada diversos factores uno de esos puede ser por la falta de actividades lúdicas las cuales no permiten captar el interés de los estudiantes a la hora de aprender y así mismo otros estudios revelan que [2] el desempeño está ligado a varios factores que pueden afectarlo, uno de estos es el familiar, el cual tiene mayor influencia en los estudiantes siendo preocupante que en toda la región exista un problema de formación en la educación básica.

En este sentido, se ha considerado incorporar metodologías lúdicas de gamificación para la enseñanza del manejo de Android Studio considerando esta metodología la cual permitirá mejorar el desarrollo de habilidades en el estudiante al momento de ser empleadas en el salón de clases, permitiendo su evolución en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ahora bien, el docente juega un papel importante en el proceso de impartir los conocimientos hacia los estudiantes, ya que al emplear las actividades lúdicas despiertan el interés por aprender a programar en el software de Android Studio viéndolo llamativo e innovador.

Conocer las ventajas y desventajas de las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es una oportunidad para fomentar la enseñanza de la informática y sobre todo activar el interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de cómo manejar el software Android Studio.

## II. DESARROLLO

Los sistemas educativos actuales se fundamentan en la incorporación de estrategias pedagógicas innovadoras relacionadas con los entornos virtuales, al mismo tiempo que se preocupan por motivar el aprendizaje de áreas del conocimiento que, por su naturaleza, representan cierta dificultad para su aprendizaje. En este sentido, los entornos virtuales a nivel educativo son aplicaciones informáticas disponibles en internet con la finalidad de brindar y poner al servicio de los usuarios, diversas herramientas por medio de las cuales se facilite el aprendizaje en general [3]. Al respecto, otros autores [4] señalan que los entornos de aprendizaje se crean mediante plataformas de modo que estas deben contar con una gama de elementos necesarios para propiciar un aprendizaje de calidad.

Al referirse a los entornos virtuales, se debe tomar en cuenta que estos espacios albergan una sin número de aplicaciones informáticas las cuales cuentan con diversas funciones, dependiendo de las necesidades de cada uno de los usuarios. Por otro lado, estas cumplen con la función de establecer un medio de comunicación para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje. Carrillo [5] indica que dentro de los entornos virtuales se pueden utilizar los medios sincrónicos y asincrónicos los cuales permiten mantener una comunicación constante entre profesores y estudiantes.

Desde el punto de vista, la referencia [6] indica que las TIC en la educación deben ser relevantes para las necesidades de los estudiantes de esta generación de ciudadanos digitales. Contrario a las estrategias pedagógicas tradicionalista, las cuales resultan poco eficientes, sin embargo, las TIC proporcionan ambientes de trabajo que llaman la atención del estudiante la cual resulta más eficiente. En este orden de ideas, en esencia, los recursos tecnológicos o entornos virtuales atraen la atención de los jóvenes, siempre que sean sorprendentes y creativos [7].

Ahora bien, las aplicaciones son herramientas de trabajo diseñadas para cumplir ciertas tareas en específico, ya sea educativas, comerciales, productiva entre otras. En el ámbito de la educación los programas de aplicación le permiten al docente tener una mejor comunicación con cada uno de sus estudiantes, y a su vez los estudiantes una mejor comprensión e interés en el aprendizaje. Por otra parte, dentro del ámbito de educación existen aplicaciones informáticas enfocadas a modelado en 3D, juegos, inteligencia artificial las cuales permiten al estudiante participar activamente en el proceso de enseñanza aprendizaje. En base a esto [8] afirma que las aplicaciones informáticas constituyen una herramienta cultural que interactúa con la actualidad y pretende abogar por la mediación educativa.

Los entornos de virtuales a nivel educativo son espacios alojados en un sitio web, que a su vez alberga aplicaciones informáticas de todo tipo. Así, por ejemplo, en el ámbito de la enseñanza de la informática, estos entornos podrían albergar aplicaciones informáticas de tipo lúdico las cuales le permitirán al estudiante mejorar su comprensión. Por otra parte, la creación de estas plataformas educativas ha contribuido a superar el confinamiento social y, de cierta manera, ha facilitado el proceso educativo de un sin número de estudiantes, de la misma forma, los entornos virtuales permiten la sistematización de los conocimientos, es decir, facilitan la creación de espacios de encuentro e información virtual entre docentes y estudiantes.

En una sociedad digitalmente conectada y con acceso continuo a la información, capaz de sintetizar nuevos conocimientos, todo lo que no esté enfocado en mejorar su experiencia de uso resulta una realidad monótona y aburrida. Esta experiencia de uso y la capacidad de conducir a los usuarios de forma rápida, concisa y eficiente, además de divertida a través de una serie de acciones predefinidas, es precisamente lo que mejor hacen los videojuegos y, por eso, son capaces de contar con millones de jugadores, con alto grado de diversión, que a diario dedican varias horas a los videojuegos. Esta capacidad de retener es llamada jugabilidad o *gameplay*. La aplicación de estos principios de diseño a otros procesos u otras actividades humanas no lúdicas, se llama *gamificación* y consiste en utilizar las técnicas de diseño del mundo de los videojuegos para conducir al usuario a través de acciones predefinidas y manteniendo una alta motivación [9].

En la implementación de la *gamificación* el docente debe proponer una variedad de actividades prácticas. Así, por ejemplo, en la asignatura de informática, estas deberán estar orientadas a la experimentación de nuevas formas de programar en los diversos entornos virtuales. Por otra parte, la introducción de estrategias lúdicas contribuye a motivar el desarrollo del aprendizaje significativo de los estudiantes. Sin embargo, a nivel micro o en las zonas rurales, muchas de las instituciones educativas no cuentan de recursos didácticos y peor aún de acceso a las Tecnologías de Información y Comunicación, razón por la cual a los docentes les resulta difícil realizar un buen trabajo con los estudiantes. La referencia [10] señala que “El aprendizaje utilizando estrategias lúdicas mejora la adquisición de competencias y estrategias deseadas para educar y alcanzar los objetivos de aprendizaje”. Las actividades lúdicas permiten la comunicación entre profesores y alumnos sin perder la objetividad en la enseñanza en el aula, creando efectos significativos en los alumnos, como la adquisición de conocimientos, compromiso y más atención y enfoque [11]-[15].

### III. METODOLOGÍA

De acuerdo a lo planteado a nivel de justificación y objetivos de la investigación, la propuesta relacionada con la tecnología educativa y competencias digitales está fundamentada en la implementación nuevas estrategias pedagógicas mediante la utilización de entornos virtuales de *gamificación* para la enseñanza de Android Studio en los estudiantes de la Unidad Educativa del Milenio “Jama”.

En la actualidad, la institución no cuenta con una infraestructura adecuada a las necesidades educativas y a las aspiraciones que tienen cada uno de los padres de familia al confiarle la educación de sus hijos. Desafortunadamente, el equipamiento informático que, en otra época era de mucha utilidad, a esta fecha solo se cuenta con pocos computadores en condiciones aceptables de funcionamiento, los otros equipos se encuentran fuera de servicio por diversas razones, ya sea por falta de utilización, o mantenimiento. A nivel de conectividad con internet, es necesario mencionar que no existe un servicio adecuado que determine una utilidad práctica para la institución.

En este escenario y tras el paso de los años se ha evidenciado un retroceso en la forma como se desarrolla el proceso enseñanza-aprendizaje de la informática, volviendo a los métodos tradicionalistas. En este contexto, teniendo en cuenta las falencias a nivel tecnológico que se evidencia en la Unidad Educativa del Milenio "Jama", se propone la elaboración de una propuesta de innovación la cual está basada en la implementación entornos virtuales de gamificación orientados al aprendizaje de Android Studio, por medio de la utilización de los celulares de cada uno de los estudiantes.

#### A. Fase 1 encuesta dirigida a los docentes del área de informática

El objetivo de la misma es indagar respecto de la implementación de las estrategias pedagógicas mediante la utilización de entornos virtuales de gamificación para la enseñanza de Android Studio.

En la actualidad la Unidad Educativa del Milenio "Jama" cuenta con una población de 47 docentes en todos sus niveles educativos. Para efecto de este trabajo se decidió tomar en cuenta una muestra de 17 docentes encargados de la asignatura de Informática a nivel de Bachillerato.

#### B. Fase 2 características de la propuesta

Una vez concluido el análisis de recolección de información en relación con las estrategias pedagógicas utilizadas por los docentes en el proceso enseñanza-aprendizaje de Android Studio Para esto se desarrolló una aplicación llamada Android Studio Game, que pretende determinar una hoja de ruta, mediante la cual el docente pueda implementar diversas estrategias de gamificación en la asignatura de informática en base a la utilización de aplicaciones informática como Genially.

#### C. Fase 3 creación y desarrollo de la propuesta

En esta última fase se realiza la presentación de la propuesta la cual está compuesta por diversos tipos de recursos didácticos para crear contenidos interactivos y didácticos.

De la misma forma, el diseño de la propuesta está basado en la puesta en escena de algunos de los personajes de la serie de televisión Johnny Test, que, es muy popular entre los niños y jóvenes.

En este sentido, como docente del área de Ciencias Informáticas en la materia de Informática se ha podido constatar que el modelo pedagógico que se utiliza en la actualidad es el modelo tradicional y estos modelos se basan en que el docente es el único emisor y los estudiantes solo pasan a ser los receptores de las clases haciendo énfasis a un problema en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que ellos no son los que participan en el desarrollo educativo, esta asignatura en la cual no existe una metodología que les pueda motivar a los estudiantes esto genera una gran dificultad de comprensión y análisis de la asignatura de Informática.

Por otra parte, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Informática es uno de los más complejos, en primer lugar, porque el estudiante debe memorizar todos los comandos o líneas de código, manejo de programas como lo es Android Studio, así como también lenguaje de programación. En segundo lugar, porque el estudiante debe aprender los algoritmos y estructuras de datos, así como también, la lógica de programación. De ahí la necesidad de que el maestro busque la forma de hacer menos difícil la enseñanza de la misma. Incorporar novedosas estrategias pedagógicas que le permitan motivar al estudiante hacia nuevos conocimientos.

La aplicación "Android Studio Game" permite encontrar posibles soluciones a los obstáculos que se presentan en el proceso educativo de cada participante, es por eso que se decide utilizar una estrategia sistemática llamada "gamificación" de trasladar la mecánica de los juegos de palabras al sector educativo. Todo esto utilizando herramientas tecnológicas y sitios web que crearán formas nuevas e innovadoras para que los estudiantes interactúen. Por ello, gracias al entorno virtual y la pedagogía se conseguirá la interacción en el aula, motivando a los alumnos a realizar actividades prácticas de programación y facilitando así el aprendizaje a través de actividades divertidas para conseguir grandes resultados.

Ahora bien, este proyecto ofrece una diversidad de herramientas pedagógicas con las cuales el estudiante podrá enfrentar los obstáculos que se presentan en el proceso enseñanza-aprendizaje de la informática. La mecánica propuesta está basada en la incorporación de los entornos virtuales en conjunto con las técnicas de gamificación y la info-pedagogía orientada al aprendizaje de Android Studio. De ahí la importancia de las actividades de gamificación por medio de la utilización de entornos virtuales, en donde la mecánica del juego facilita su comprensión a través de actividades interactivas con el fin de conseguir un mejor aprendizaje para la asignatura de Informática.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la investigación buscan determinar la efectividad de los entornos virtuales de la gamificación como estrategia pedagógica para motivar el aprendizaje. Las encuestas se realizaron en dos partes en gamificación y entrenos virtuales.



**Fig. 1.** Esquema del plan de concientización.

**Nota:** Representación de resultados sobre los objetivos de la gamificación...

A través de los resultados obtenidos en la encuesta efectuada se describe que una parte de los docentes mencionan que el objetivo de la gamificación es mejorar la relación docente/estudiantes, mientras que otra parte deducen que el objetivo es cooperar en el aprendizaje de los estudiantes, así como también otros detallan que fomentar la competitividad del estudiante es el objetivo principal de la gamificación.

Ahora bien, sobre los entornos virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje se logró evidenciar que no todos los docentes poseen el conocimiento adecuado de los entornos virtuales en el proceso enseñanza-aprendizaje de la informática, siendo aconsejable realizar el uso respectivo de dichos medios para lograr fortalecer el proceso pedagógico a través de aplicaciones informáticas.

Mediante la encuesta ejecutada a los docentes se toman en cuenta varios aspectos de los cuales indicaron que el conocimiento relacionado con la utilización de la informática es alto, sin embargo, el restante de los docentes describió que su nivel de conocimiento ante la utilización de aplicaciones informáticas es medio.



**Fig. 2.** Representación de resultados sobre los objetivos de la gamificación..

**Nota:** Descripción de las ventajas de utilizar los entornos virtuales en el proceso educativa.

Con la realización de las encuestas a los docentes se mencionó que una parte de ellos describieron que las ventajas más significativas de utilizar entornos virtuales en el proceso educativo es que mejora la actitud del estudiante, mientras que por otra parte dedujeron que los entornos virtuales mejoran la relación docente/estudiante, y por último otros detallaron que todas las opciones antes mencionadas son ventajosas.

## CONCLUSIONES

A través de la investigación realizada se destaca la importancia de los entornos virtuales de gamificación orientados al aprendizaje de Android Studio. Por la cual hace referencia a la necesidad de incluir los celulares en el ámbito educativo y con ello dar paso al desarrollo e implementación de metodologías en función del aprovechamiento de estas tecnologías. Por otra parte, el diseño de actividades relacionadas con la gamificación es particularmente realizables para la enseñanza de la informática.

En relación con la ejecutividad de los objetivos específicos es importante recalcar que, el primero de ellos tuvo como propósito implementar una encuesta a los docentes en relación con los entornos virtuales de gamificación en la enseñanza de Android Studio, para lo cual participaron dos docentes de la asignatura de informática, quienes a través de la aplicación Google Form realizaron la encuesta. Con relación al segundo objetivo, se implementó el proyecto "AndroidStudioGame", el cual fue desarrollado a partir de la aplicación informática Genially. En base al tercer objetivo, se verificó a nivel de docentes el nivel conceptual de los entornos virtuales de gamificación orientados a la enseñanza de Android Studio.

Se destaca la importancia de incorporar en la actividad docente la aplicación informática Genially. Es así que, gracias a este programa de aplicación se pudo desarrollar el proyecto "AndroidStudioGame", en donde el propósito fundamental fue introducir los entornos virtuales de gamificación.

## REFERENCIAS

- [1] M. C. Loor Pinargote, El ciclo de aprendizaje en el desarrollo de las inteligencias múltiples, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL: Facultad De Filosofía, Letras y Ciencias De la Educación, 2021.
- [2] E. F. Padilla Saez, Recursos didácticos tecnológicos fundamentados en la metodología Kodaly para la enseñanza del lenguaje musical, Universidad Católica del Ecuador, 2021.
- [3] E. Risco Loor, «Los entornos virtuales de gamificación orientados en el aprendizaje de los compuestos inorgánicos binarios,» Universidad Internacional de La Rioja, España, 2022.
- [4] M. Losada B, I. Z. Cárdenas M y I. A. Vásquez S, «Entorno Virtual para crear recursos educativos digitales en la educación superior,» Campus Virtuales, vol. 9, nº 1, pp. 101-112, 2020.
- [5] S. A. Carrillo J, «Entorno virtual de aprendizaje: una herramienta de apoyo para la enseñanza de las matemáticas,» Revista de investigación en Tecnologías de la Información RITI, vol. 6, nº 11, pp. 34-39, 2018.
- [6] P. Alejo B y F. Aparicio A, «La planificación de estrategias de enseñanza en un entorno virtual de aprendizaje,» Revista científica UISRAEL, vol. 8, nº 1, pp. 59-76, 2021.
- [7] B. Huera, «Software educativo geogebra y su incidencia en el aprendizaje de la geometría plana en los estudiantes de primero de bachillerato general unificado paralelo "F" de la Unidad Educativa Once de Noviembre,» Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, 2020.
- [8] J. Pinargote, «Los entornos virtuales de aprendizaje para la sistematización de conocimientos de la Física en la carrera de Ingeniería de Sistemas,» Universidad de la Habana, Cuba, 2012.
- [9] D. Parente, «Gamificación en la educación,» Universidad Autónoma de Barcelona, pp. 11-15, 2016.
- [10] N. Díaz Delgado, «Gamificar y transformar la escuela,» 2018.
- [11] D. L. Pérez N, «Gamificación en la enseñanza de la separación en la fuente de residuos sólidos para incrementar el grado de aprendizaje de esta temática en el sector agroindustrial del centro Lope, Sena regional Nariño,» Bogota, 2020.
- [12] H. Arias-Flores, J. Jadán-Guerrero y L. Gómez-Luna, «Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Gaming Thinking,» Hamut'ay, vol. 6, nº 1, pp. 82-95, 2019.
- [13] O. Aparicio-Gómez y O.-O. Olga, «Design Thinking para resolver problemas,» Universidad Santo Tomás, vol. 1, nº 1, pp. 1-5, 2020.
- [14] R. J. Swartz, «Thinking-Based Learning,» Educational Leadership, vol. 65, nº 5, pp. 1-24, 2008.
- [15] R. Fernández-Regalado, «Estilos de aprendizaje en estudiantes de Medicina de la Universidad Walter Sisulu de Sudáfrica,» Revista Cubana Educación Médica Superior, vol. 33, nº 2, pp. 1-12, 2019.



**Valencia Castro Fatima Acnabel**, estudiante de octavo semestre de la carrera de Tecnología de la Información de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone.



**Muñoz Pino Jadira Nicole**, estudiante de octavo semestre de la carrera de Tecnología de la Información y la comunicación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone.



**Zamora Moreira Eliana Dolores**, estudiante de octavo semestre de la carrera de Tecnología de la Información de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone.



**Solorzano Loor Wendy Claribel**, estudiante de octavo semestre de la carrera de Tecnología de la Información de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone.



Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, con estudio de postgrado realizado en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Magister en Tecnología de la Información mención en Redes y Sistemas y Distribuidos. Licenciada en Informática y en Secretariado Ejecutivo, técnico Superior Especialidad Programación de Sistemas del Instituto Técnico Superior Chone.

# Plataforma Youtube para la mejora de resultados de aprendizajes en estudiantes del subnivel básica superior

Delgado Luna Alberth Antonio  
<https://orcid.org/0000-0003-1688-5715>  
alvinegritos20@hotmail.com  
Distrito de Educación 13D07  
Chone – Manabí – Ecuador

Cornejo Moreira Frank Aquino  
<https://orcid.org/0000-0002-8801-9819>  
frank.cornejo@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Manabí – Ecuador

Molina Pinargote Genith Viviana  
<https://orcid.org/0000-0001-9216-3808>  
alvinegritos@hotmail.com  
Distrito de Educación 13D07  
Chone – Manabí – Ecuador

Moreira Calderón Jorge Luis  
<https://orcid.org/0000-0002-7160-0500>  
jorge.moreirac@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Manabí – Ecuador

Mendoza Looor Jorge Luis  
<https://orcid.org/0000-0002-0150-787X>  
jorgel.mendoza@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Manabí – Ecuador

Recibido(17/06/2022), Aceptado(01/08/2022)

**Resumen.** - El objetivo de la presente investigación fue demostrar que la plataforma YouTube mejora los resultados de aprendizaje en los estudiantes de subnivel básica superior. Así mismo, la problemática surgió desde el incremento del uso de herramientas digitales como consecuencia de la pandemia. La metodología aplicada fue bibliográfica, descriptiva, comparativa y transversal. Se trabajó con una muestra de treinta estudiantes, de los cuales quince participaron de clases habituales sin YouTube como complemento y los otros quince que si utilizaron a YouTube en las clases habituales. Los principales resultados muestran que el uso de videos didácticos en la enseñanza virtual es fundamental para la adquisición y comprensión de los conocimientos, observando que en el grupo que usó videos para las explicaciones los resultados fueron altamente satisfactorios, mientras que en el grupo que no utilizó videos los resultados fueron preocupantes y débiles.

**Palabras clave:** Plataforma YouTube, resultados de aprendizaje, recurso didáctico.

## YouTube platform for the improvement of Learning Results in Students of the Higher Basic Sublevel

**Abstract.** - The objective of this research was to demonstrate that the YouTube platform improves learning outcomes in upper-basic sublevel students. Likewise, the problem arose from the increased use of digital tools due to the pandemic. The applied methodology was bibliographic, descriptive, comparative, and transversal. We worked with a sample of thirty students, of which fifteen participated in regular classes without YouTube as a compliment, and the other fifteen did use YouTube in regular courses. The main results show that the use of didactic videos in virtual teaching is essential for the acquisition and understanding of knowledge, observing that in the group that used videos for explanations, the results were highly satisfactory, while in the group that did not use videos. However, in the videos, the results were worrying and weak.

**Keywords:** YouTube platform, learning results, didactic resource.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde la aparición de la COVID-19 presentada inicialmente, según la [1] desde Wuhan capital de la provincia de Hubei en China y su correspondiente propagación por todo el planeta, los diferentes estados y/o países fueron determinando las acciones más idóneas para lograr que la educación no se detenga y mantenga la continuidad con sus procesos de enseñanza aprendizaje, en ese sentido.

Por otra parte, la transformación digital en el sector educativo internacional ha permitido que las universidades y centros educativos cambien a una visión global de enseñanza, logrando que tanto estudiantes como docentes accedan a más información y compartan variedad de recursos digitales desde las diversas plataformas, sin embargo, no se deja de lado al sector estudiantil que por la carencia económica dejaron de estudiar y sus proyectos de vida se vieron truncados de alguna forma.

Por otra parte, en Latinoamérica, se observó que la educación virtual no tuvo los resultados esperados, en principio porque era remota la visión del uso de dispositivos y plataformas a gran escala, es decir, que el escenario tecnológico era poco prometedor, no obstante, con el paso del tiempo se fueron acoplado ante el desafío utilizando aquellos recursos virtuales preexistentes.

En este trabajo se plantea el uso de videos didácticos para la enseñanza en la formación de estudiantes de educación básica, con el fin de promover las metodologías digitales en el proceso de aprendizaje que conllevan los docentes y el estudiantado. Además, se pretende analizar si esta metodología proyecta los resultados esperados en el proceso de formación o si, por el contrario, los métodos tradicionales aportan más significancia entre los estudiantes.

El uso de las herramientas de comunicación digital se ha incrementado en los últimos años, y diversos estudios muestran que estas enriquecen la comunicación entre docente y estudiantes, sin embargo, el uso inapropiado de ellas puede conducir el efecto contrario, que corresponde a agotamiento mental, aburrimiento, desánimo. En este sentido, el uso de las herramientas digitales debe incorporar un análisis cuidadoso de las metodologías asociadas al uso de videos educativos y didácticos en las interacciones pedagógicas, así como también a los resultados de aprendizaje que logren los y las estudiantes de educación básica luego de su correspondiente aplicación.

La inquietante realidad latinoamericana en el uso de herramientas digitales para la educación ha sido motivo de este estudio, para conocer a fondo si las metodologías basadas en el uso de videos didácticos, es una oportunidad para ofrecer temas dinámicos y con mayor facilidad de comprensión. En este sentido, se puede afirmar que los estilos de aprendizaje son fundamentales en la enseñanza, la juventud actual tiene mayor contacto con el mundo a través de herramientas digitales visuales, que componen gran número de videos, imágenes, memes, y demás recursos que refuerzan la sociedad moderna. De ahí que la educación a través de videos resulte una alternativa significativa para la enseñanza actual en la cual el alumnado se interese más por aprender y profundizar sus conocimientos desde la interacción con la tecnología.

## II. DESARROLLO

Indiscutiblemente, la pandemia ha cambiado los esquemas educativos que regularmente se llevaban en el Ecuador y sin lugar a dudas esto generó en muchos docentes gran desconcierto porque se requerían de otras modalidades para lograr brindar el proceso de enseñanza aprendizaje en los y las estudiantes, es así que muchas plataformas, que eran usadas mayormente para otros fines, se situaron en una nueva faceta como ayuda de la situación presentada. Desde esa arista y considerando a la plataforma como una herramienta virtual que propone la posibilidad de interactuar con una o varias personas con pertinentes intenciones pedagógicas [4] y de entre tantas de las que existen, YouTube se postula como un complemento para muchas actividades educativas, incluyendo entre ellas, el logro la mejora de los resultados de aprendizaje para el estudiantado de varios centros educativos locales, regionales, nacionales o mundiales.

### A. Definiciones sobre la plataforma YouTube

Una plataforma como un entorno de trabajo en línea donde hay la compartición de recursos para trabajar a distancia o en forma semipresencial, en ese aspecto [5] hizo un énfasis en la plataforma YouTube considerándola como uno de los recursos de gran uso por las personas e incluso presenta considerables intenciones educativas, no obstante, no hay que dejar de lado que aún existe la tendencia de un público que gusta más por escuchar u observar música o entretenimiento que visualizar tópicos de carácter educativo. A todo esto no se puede dejar de lado que las diversas plataformas se fueron usando como ayudar para que los y las estudiantes alcanzaran cierto grado de conocimientos y por ende la mejora de los resultados de aprendizaje. Así mismo, [6] expreso que YouTube es para nuestros alumnos la principal fuente de entretenimiento, basta con hablar con ellos y preguntarles por sus principales ídolos (la mayoría, youtubers) o por el tiempo diario que le dedican.

### B. Principales ventajas de la plataforma YouTube

La plataforma YouTube [7] permite la administración de los videos, la compatibilidad para visualizarlos, estadísticas de reproducción, retroalimentación por medio de comentarios de los visitantes, no requiere descarga de software al equipo de cómputo para acceder a los videos. Así mismo [8] se mencionan que la tutorización del YouTube se ha convertido en la estrategia más potente para el aprendizaje autónomo, ubicuo e informal; está llevando a adolescentes y jóvenes, del acceso y consumo de información a la producción y publicación de productos transmedia, en la lógica y la dinámica de la web. Desde esa perspectiva, la plataforma en mención, está proyectando un nuevo propósito en sector de la educación, ya que intenta en cierta medida colaborar con el desarrollo de habilidades en el estudiantado [9] o aquellas enseñanzas que tiene una persona como pertenencia para aplicarlas en el medio en el que interactúa [10], entonces en ese sentido se expresa que la plataforma de YouTube sería tal vez una gran colaboradora en el ejercicio de la consecución de esas capacidades, concordando así con lo expresado por [11] al haber expuesto que YouTube es una plataforma con gran capacidad de interacción, variada en contenidos audiovisuales.

### C. YouTube en la educación

Según [12] calificaron a YouTube como un gran instrumento educativo con una considerable capacidad para publicar información o en algunos casos persuadir a la colectividad, se podría entonces mencionar, de manera hipotética, que éste recurso ayudaría, de forma notable, en la mejora de los procesos de aprendizaje que los y las estudiantes desarrollen desde sus hogares ya que el abordaje de las temáticas se funge con la interacción de elementos audio visuales que atrapa la atención del sujeto espectador.

Entonces bajo esta idea hay que considerar que el o la estudiante está habido por conocer desde su propia realidad y cada vez que pasa por el momento de aprender algo nuevo aparecen aquellas etapas de reorganización o reconstrucción de lo ya aprendido con la nueva información, por lo tanto, hipotéticamente si ese momento se acompaña con recursos educativos como los planteados en la plataforma de YouTube daría la posibilidad de hacer un proceso más fiable y/o convincente, porque [8] los tutoriales de YouTube son un medio muy efectivo y de uso común, pueden ser utilizados por estudiantes de casi todas las edades. Su utilidad va desde las situaciones cotidianas y personales a las necesidades escolares.

#### A. Definiciones sobre los resultados de aprendizajes

Los resultados de aprendizaje son definidos como [13] el conjunto de competencias, que incluye, conocimientos, comprensión y las habilidades que se espera que el estudiante domine, comprenda y demuestre, después de finalizar un proceso corto o largo de aprendizaje. Pueden ser identificados y relacionados con programas completos de estudio (de primer o segundo ciclo) y con unidades individuales de aprendizaje. Sin lugar a duda, [14] un resultado favorable en los resultados de aprendizajes contribuye a que el estudiante sea competente en su ámbito profesional pero, por la propia naturaleza competencial, su completa adquisición debe ser analizada desde la globalidad de las materias y no solo desde la perspectiva de solo una, se debe tomar en consideración que los docentes deben de ser competentes en la creación de situaciones de aprendizaje para ofrecer escenarios educativos que cubran adecuadamente el currículo.

#### B. Uso de TIC en la educación

Dentro de la sociedad del conocimiento ha traído grandes cambios, de tal forma que el sentido del conocimiento ha calado en la sociedad en general, y una de las grandes implicancias y modificaciones, es la educación., uno de los lugares donde la tecnología ha influenciado mayoritariamente es en la escuela, y este a su vez en el oficio maestro, llegando a formar parte de la cotidianidad escolar. La incorporación de las TIC, a la educación se ha convertido en un proceso, cuya implicancia, va mucho más allá de las herramientas tecnológicas que conforman el ambiente educativo, se habla de una construcción didáctica y la manera cómo se pueda construir y consolidar un aprendizaje significativo en base a la tecnología, en estricto pedagógico se habla del uso tecnológico a la educación. En consecuencia [15] la transformación que ha sufrido las TIC ha logrado convertirse en instrumentos educativos, capaces de mejorar la calidad educativa del estudiante, revolucionando la forma en que se obtiene, se maneja y se interpreta la información.

#### C. Evaluación de las TIC en la educación

La evaluación del impacto de las TIC en el sistema educativo es una de las cuestiones fundamentales a abordar en los próximos años para precisar su incidencia en nuestros centros escolares a nivel organizativo, de desarrollo profesional, de procesos de enseñanza- aprendizaje y a nivel de resultados [16] Lo cierto es que aunque existen en la literatura trabajos que ayudan a interpretar las relaciones entre medios y organización se echan en falta más investigaciones contextualizadas en el campo de las TIC que proporcionen más información sobre de las implicaciones organizativas que supone su utilización en los centros educativos.

### III. METODOLOGÍA

La metodología utilizada fue bibliográfica, descriptiva, comparativa y transversal, para ello se utilizó una muestra de treinta estudiantes del décimo año básico de una población de 170 participantes, los cuales se dividieron en dos importantes grupos de quince cada uno.

El primer grupo que recibe las clases habituales sin los recursos o contenidos de YouTube como complemento didáctico tendrán como materiales la plataforma WhatsApp como medio de comunicación en la que reciben las instrucciones o explicación de las clases mediante mensajes de textos, audios e imágenes, libros y fichas de los proyectos mensuales en formato digital. Por otro lado, el segundo grupo recibe las clases habituales más los contenidos de la plataforma YouTube como recurso didáctico y sus materiales son los mismos que utiliza el primer grupo, aunque se le añaden los videos que refuerzan las temáticas según la asignatura.

Para evaluar ambos grupos, se aplicó una prueba estandarizada a los participantes, con el fin de conocer sobre los resultados de aprendizaje, así como el impacto en el uso de la plataforma YouTube como complemento en las actividades académicas.

#### IV. RESULTADOS

Según los datos obtenidos y luego de haber tabulado la información recabada se obtuvieron los siguientes resultados, en la Tabla 1 se observa que los resultados estadísticos de los aprendizajes obtenidos luego de las clases desarrolladas sin el uso de YouTube como complemento didáctico, en ese aspecto se observa que un 67% de estudiantes se situó en la escala cualitativa de “próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos” es decir, alcanzaron calificaciones comprendidas entre 4,01 a 6,99 puntos; así mismo también se denota un 27% con notas iguales o menores a 4,00 puntos, lo que según la escala representa a que “no alcanzan los aprendizajes requeridos”; seguido a esto se visualiza que el 7% ha “alcanzado los aprendizajes requeridos” y su rango es de 7,00 a 8,99 puntos; por último aparece un 0% en la escala de “dominan los aprendizajes requeridos” que significa que ningún participante de éste grupo alcanzó la escala comprendida entre 9,00 a 10,00 puntos.

**Tabla 1.** Resultados de Aprendizaje sin el Uso de YouTube como Complemento Didáctico.

N°	Escala cualitativa	Frecuencia	Porcentaje
1	DAR - Domina los aprendizajes requeridos (de 9,00 a 10,00 puntos) *	0	0%
2	AAR - Alcanza los aprendizajes requeridos (7,00 a 8,99 puntos) *	1	7%
3	PAR - Próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos (de 4,01 a 6,99 puntos) *	10	67%
4	NAR - No alcanza los aprendizajes requeridos (igual o menor a 4 puntos) *	4	27%
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

\*Fuente: [17] Elaborado por: (Los Autores 2022).

En la Tabla 2 se presentan los resultados estadísticos de los aprendizajes obtenidos luego de las clases desarrolladas con el uso de YouTube como complemento didáctico, en ese aspecto se observa que un 67% de estudiantes se situó en la escala cualitativa de “próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos” es decir, alcanzaron calificaciones comprendidas entre 4,01 a 6,99 puntos; así mismo también se denota un 33% con notas iguales o menores a 4,00 puntos, lo que según la escala representa a que “no alcanzan los aprendizajes requeridos”; seguido a esto se visualiza que el 7% ha “alcanzado los aprendizajes requeridos” y su rango es de 7,00 a 8,99 puntos; por último aparece un 0% en la escala de “dominan los aprendizajes requeridos” que significa que ningún participante de éste grupo alcanzó la escala comprendida entre 9,00 a 10,00 puntos.

**Tabla 2.** Resultados de Aprendizaje con el Uso de YouTube como Complemento Didáctico.

N°	Escala cualitativa	Cantidad	%
1	DAR - Domina los aprendizajes requeridos (de 9,00 a 10,00 puntos) *	10	67%
2	AAR - Alcanza los aprendizajes requeridos (de 7,00 a 8,99 puntos) *	5	33%
3	PAR - Próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos (de 4,01 a 6,99 puntos) *	0	0%
4	NAR - No alcanza los aprendizajes requeridos (igual o menor a 4 puntos) *	0	0%
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

\*Fuente: [17] Elaborado por: (Los Autores 2022).

En contraste con la Tabla 1, se tiene entonces la Tabla 2 los cuales proyectan los resultados estadísticos de los aprendizajes obtenidos luego del uso de YouTube como recurso didáctico adicional, en ese sentido se visualiza que un 67% de estudiantes ubicados en la escala cualitativa de “domina los aprendizajes requeridos” comprende las calificaciones de entre 9,00 a 10,00 puntos; seguido a lo anterior aparece el 33% con notas que están en el rango de 7,00 a 8,99 puntos que en escala cualitativa significa que han “alcanzado los aprendizajes requeridos”; por otra parte y como para finalizar existe un 0% en las escalas de 4,01 a 6,99 “próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos” y menores a 4,00 puntos “no alcanza los aprendizajes requeridos”.

Desde otra perspectiva se presenta también una descripción estadística relevante desde la base de los datos obtenidos a través de la aplicación del instrumento para la recolección de información:

**Tabla 3.** Relación de la estadística descriptiva de los resultados con y sin el uso de Youtube.

Estadística Descriptiva de los Resultados de Aprendizajes sin el uso de YouTube como Complemento Didáctico		Estadística Descriptiva de los Resultados de Aprendizajes con el uso de YouTube como Complemento Didáctico	
Media	5,066666667	Media	8,933333333
Error típico	0,344572429	Error típico	0,24816789
Mediana	5	Mediana	9
Moda	5	Moda	9
Desviación estándar	1,334523279	Desviación estándar	0,961150105
Varianza de la muestra	1,780952381	Varianza de la muestra	0,923809524
Rango	6	Rango	3
Mínimo	2	Mínimo	7
Máximo	8	Máximo	10
Cuenta	15	Cuenta	15
Mayor	8	Mayor	10
Menor	2	Menor	7
Percentiles 25	4,5	Percentiles 25	8
75	6	75	10
Nivel de confianza (95,0%)	0,739034358	Nivel de confianza (95,0%)	0,532267187

Elaborado por: (Los Autores 2022).

Los resultados estadísticos que muestran las tablas 3 y 4 (arriba descritas) destacan datos importantes para la presente investigación, entonces desde esa mirada notamos que el promedio en cuanto a resultados de aprendizaje obtenido por el estudiantado después de recibir el conjunto de clases sin hacer uso de los recursos de YouTube es de 5,07 con una variación de 1,33; mientras que la media aritmética del grupo que si uso dicha plataforma como complemento didáctico fue de 8,93 con una variación de 0,96; también el valor intermedio del grupo de calificaciones que el alumnado alcanzó sin el uso de la plataforma fue de 5, en cambio en aquellos que si la usaron fue de 9; así mismo y en relación a la escala de uno a diez, sin el uso de YouTube, 5 es la nota que más destaca, por el contrario con los que la usaron la nota más frecuente fue 9. El rango alcanzado de las valoraciones mínima y máxima fue de 6 puntos sin usar YouTube en comparación con el otro grupo que fue de 3; por último, el 50% comprendido entre 25 a 75 por ciento de los/as estudiantes obtuvieron calificaciones entre 4,5 y 6 sin el recurso digital adicional, no obstante, los que si hicieron uso de ese complemento se enmarco en la escala entre 8 y 10.

## CONCLUSIONES

Partiendo de la base de los resultados que se obtuvieron, se plantea que los dos grupos de estudiantes mostraron interés por el aprendizaje ya que se evidenció la predisposición de todos/as en el trabajo pedagógico que se desarrolló en diferentes sesiones.

El uso de La plataforma YouTube mejora en gran medida los resultados de aprendizaje en los estudiantes de educación básica superior de la Unidad Educativa Colón Arteaga García, parroquia Ricaurte, cantón Chone, esto está cimentado con los resultados de las clases que hicieron uso con aquellos recursos como complemento didáctico, en ese sentido se enriqueció por el contenido de multimedia que presenta y ese grupo de estudiantes mostró un significativo avance y por consiguiente el manejo oportuno de los conocimientos adquiridos.

Los trabajos científicos de otros autores favorecen en la comprensión de que la plataforma YouTube es un complemento idóneo para fortalecer los resultados de aprendizaje de los estudiantes, ya que así lo demuestran los resultados del grupo que recibe las clases con YouTube como complemento didáctico en contraste con el otro grupo.

La plataforma YouTube ofrece potencialidades importantes para el aprendizaje de los estudiantes de básica superior, porque se corrobora en la aplicación en tutorías pedagógicas, así como en los resultados de aprendizajes alcanzados por cada uno de los grupos experimentales, siendo el 100% en los que recibieron a YouTube como aliado didáctico.

## REFERENCIAS

- [1] OMS, "Covid-19: Cronología de la actuación de la OMS," Organización Mundial de la Salud. 2020.
- [2] PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, "Decreto Ejecutivo No. 1017 - Estado de excepción." 16 de marzo del 2020, Quito, pp. 1-19, 2020.
- [3] Ministerio de Educación del Ecuador [MINEDUC], "Currículo Priorizado," Ministerio de Educación. p. 252, 2020.
- [4] L. B. Chuc Us, I. de J. May Cen, and H. A. Martínez García, "EVOLUCIÓN DE UNA PLATAFORMA EDUCATIVA COMO HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN Y FORMACIÓN DE INGENIEROS," REVISTA ELECTRÓNICA ANFEI DIGITAL, vol. 4, pp. 1-10, 2016.
- [5] M. I. Ramírez Ochoa, "Posibilidades del uso educativo de YouTube," Ra Ximhai, vol. XII, no. 6, pp. 537-546, 2016, doi: 10.35197/rx.12.01.e3.2016.34.mr.
- [6] J. A. Lucero Martínez, "Del libro de texto a YouTube; una aproximación a las nuevas tecnologías y a las nuevas formas de aprendizaje," Revista de estudios socioeducativos RESED, no. 4, pp. 185-187, 2016, doi:10.25267/rev\_estud\_socioeducativos.2016.i4.17.
- [7] M. C. Rodríguez Villalobos, J. Fernández Garza, M. C. Rodríguez Villalobos, and J. Fernández Garza, "Uso del recurso de contenido en el aprendizaje en línea: YouTube," Apertura (Guadalajara, Jal.), vol. 9, no. 1, pp. 22-31, 2017.
- [8] E. J. Padilla, G. I. Portilla, and M. Torres, "Aprendizaje autónomo y plataformas digitales: el uso de tutoriales de YouTube de jóvenes en Ecuador," Estudios Pedagogicos, vol. 46, no. 2, pp. 285-297, 2020, doi: 10.4067/S0718-07052020000200285.
- [9] Ministerio de Educación del Ecuador, "Instructivo Metodológico para el Docente de la I Etapa del Componente Post- alfabetización," pp. 5, 21, 2016.
- [10] J. Mero Chávez, "Aplicación de las destrezas con criterio de desempeño para el desarrollo de la comprensión lectora," ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales. e-ISSN 2550-6587. URL: [www.revistas.utm.edu.ec/index.php/RehuSo](http://www.revistas.utm.edu.ec/index.php/RehuSo), vol. 4, no. 1, pp. 76-86, 2019, doi: 10.33936/rehuSo.v4i1.2119.

- [11] R. Posligua Anchundia and L. Zambrano, "El empleo del YouTube como herramienta de aprendizaje.," *ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*. e-ISSN 2550-6587. URL: [www.revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso](http://www.revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso), vol. 5, no. 1, pp. 10-18, 2020, doi: 10.33936/rehuso.v5i1.2249.
- [12] G. M. Nieves Cuervo, L. T. Espitia Duran, and M. A. Moreno Salamanca, "Utilidad de YouTube como fuente de información durante las emergencias sanitarias: caso de la pandemia COVID-19," *Salud UIS*, vol. 53, no. 1, Mar. 2021, doi: 10.18273/saluduis.53.e:21003.
- [13] M. Souto López, "Coordinar el trabajo de los actores mediante los resultados de aprendizajes".
- [14] J. Cantó-Doménech, A. de Pro-Bueno, and J. Solbes, "¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias?," *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 14, no. 3, pp. 666-688, Jun. 2017, Accessed: Oct. 22, 2022. [Online]. Available: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3257>
- [15] R. M. Hernandez, "Propósitos y Representaciones Ene," vol. 5, no. 1, pp. 325-347, 2017, doi: 10.20511/pyr2017.v5n1.149.
- [16] "Vista de Investigación de las TIC en la educación." <https://relatec.unex.es/article/view/293/277> (accessed Oct. 22, 2022).
- [17] Dirección Nacional de Normativa Jurídico-Educativa, *Reglamento General a La Loei (Ley Orgánica De Educación Intercultural)*. 2012.

# Comunicación publicitaria-digital para el desarrollo socio-cultural de los santuarios ancestrales del camino rojo de Yololo y Cempohualli

Vernimmen Guadalupe  
<https://orcid.org/0000-0003-2942-9022>  
guadalupe.vernimmena@ug.edu.ec  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil-Ecuador

Samaniego Carlos  
<https://orcid.org/0000-0001-6741-365X>  
carlos.samaniegot@ug.edu.ec  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil-Ecuador

Rennella Gustavo  
<https://orcid.org/0000-0003-2428-6907>  
rennella@uma.es  
Universidad de Málaga  
Málaga-España

Contreras Narcisa  
<https://orcid.org/0000-0002-9038-1657>  
narcisa.contrerasl@ug.edu.ec  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil-Ecuador

Pazmiño Marjorie  
<https://orcid.org/0000-0001-6811-1493>  
marjorie.pazminov@ug.edu.ec  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil-Ecuador

Recibido(22/05/2022), Aceptado(03/08/2022)

**Resumen.** - El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la gestión de la comunicación digital de los santuarios culturales ancestrales Yololo Chicomoztoc Teocalli y Cempo Hualli ubicados en Chongón y Guale en Ecuador, respectivamente, se examinaron los enlaces entre la comunicación digital y el desarrollo socio-cultural, ofreciendo una experiencia única al compartir en las plataformas digitales los servicios que estos lugares brindan y los beneficios que aportan. La investigación es de diseño no experimental y transeccional, de tipo exploratoria, para ello se utilizaron herramientas de investigación que permitieron la obtención de datos relevantes los cuales fueron analizados e interpretados, aportando información de valor para la creación e implementación de estrategias comunicacionales en plataformas digitales de manera sencilla y amigable.

**Palabras clave:** Comunicación digital, publicidad, cultura, desarrollo cultural.

Advertising – digital communication for the socio-cultural development of the ancestral cultural sanctuaries of the red road: Yololo (Chongón) and Cempohualli (Guale)

**Abstract.** - The objective of this work was to analyze the management of digital communication in the ancestral cultural sanctuaries Yololo Chicomoztoc Teocalli and Campo Hualli located in Chongón and Guale in Ecuador, respectively, the links between digital communication and socio-cultural development were examined, offering a unique experience by sharing on digital platforms the services that these places provide and the benefits they bring. The research is of a non-experimental and transactional design, of an exploratory type, for which research tools were used to obtain relevant data, which were analyzed and interpreted, providing valuable information for creating and implementing communication strategies on digital platforms in a simple and friendly way.

**Keywords:** Digital communication, advertising, culture, cultural development.

## I. INTRODUCCIÓN

La comunicación siempre ha sido un factor determinante en el progreso de las sociedades. La llegada de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TIC y el internet, revolucionan todos los elementos clásicos del esquema comunicativo [1]. Las relaciones entre los seres humanos se han ido transformando a la par con las TIC, creando nuevos contextos comunicativos que han transformado prácticas y costumbres socio culturales. Las velocidades de los cambios contribuyen a la *re-significación* no solo de una nueva forma de estar comunicados, sino también de adaptarnos a una vorágine de innovación que eclosiona constantemente en el ámbito digital.

Este nuevo ecosistema mediático impulsa la *media-mórfosis*, es decir medios y usuarios ofertan contenido a las sociedades *hiper-conectadas*, donde el consumidor es el centro del proceso. La identidad digital debe ser concebida actualmente como parte de la cultura, conformada a su vez por un conglomerado de inteligencia colectiva que ejerce su acción desde una ubicuidad interactiva e inmediata.

La desinformación y desconocimiento acerca de las prácticas y beneficios culturales ancestrales pueden provocar limitaciones al reconocimiento e importancia de las raíces de nuestro pueblo [2]. Yololo Chicomoztoc Teocalli y Cempohualli, abordan la temática, para transmitir en sus medios digitales las prácticas, costumbres, mitos y realidades de sus antepasados, situándolo al servicio de los visitantes y la ciudadanía en general. Al respecto, [3] precisa que las redes sociales son parte esencial y fundamental en los diversos ámbitos, especialmente en la transmisión de conocimiento cultural, facilitando conocer la identidad y estableciendo una conexión virtual, real e inmediata con sus seguidores, interesados y potenciales "followers".

La implementación de una metodología de investigación mixta y según los datos recolectados a través de las herramientas respectivas (entrevistas, focus group y encuestas), se evidenció que los seguidores de los santuarios culturales en mención elijen plataformas digitales de contacto directo e inmediato. Con estos resultados se decidió crear una campaña publicitaria que destaque las prácticas, costumbres, mitos y realidades de los santuarios culturales ancestrales de Yololo y Cempohualli, no solo para preservar la herencia cultural del camino rojo, sino también para empoderar a las nuevas generaciones sobre la importancia de la identidad de nuestros antepasados.

El presente trabajo de investigación detalla la importancia de la comunicación digital para el desarrollo socio cultural de los santuarios culturales ancestrales del camino rojo: Yololo Chicomoztoc Teocalli (Chongón) y Cempohualli (Guale); y el rescate de las prácticas milenarias para preservar la cultura y la identidad de los pueblos [4].

## II. DESARROLLO

### A. Yololo Chicomoztoc Teocalli

Yololo Chicomoztoc Teocalli, es un lugar mágico, cargado de naturaleza ancestral. Este santuario se encuentra ubicado en la ciudad de Guayaquil, en el kilómetro 24, camino a la costa ecuatoriana, en la comuna de Chongón, y se destaca por dar a conocer a las comunidades cercanas y demás, las prácticas milenarias de los rituales de temazcal, ceremonia de los cuatro tabacos, rezo de las pipas sagradas, limpiezas de sanación, entre otras; todas ellas cargadas de tradición, cultura e importancia histórica.

Pueblo fundado en la cultura Huancavilca, cuya derivación proviene de la lengua caribe "Chom - Nom", que significa "Mi casa ardiente"; destaca por el inicio del sincretismo religioso que dio lugar a la leyenda de San Jerónimo y el mono de Chongón [5], donde los sacerdotes dominicos y comuneros tuvieron que llegar a un acuerdo para que las imágenes del santo de madera y el ídolo de piedra local no desaparezcan más, según cuenta la leyenda esta amistad comenzó en 1534, según el historiador J. Gabriel Pino Roca [6].

Yololo Chicomoztoc Teocalli, en lengua náhuatl, significa “las siete líneas del corazón en la casa de la creación”, es un santuario de prácticas ancestrales espirituales que se especializa en el uso del temazcal o también conocida como “cabaña de vapor” o “cabaña de las abuelas piedras” en el que los asistentes ingresan en una estructura rocosa con forma de vientre materno durante aproximadamente una hora que dura la ceremonia.

Esta liturgia consta de cuatro momentos, también denominados vueltas o direcciones. El este (color rojo) representa a la humildad –el inicio o el propósito de la ceremonia-; el sur (color amarillo) simboliza la voluntad –el agua-; el oeste (color negro) personifica la sinceridad – el poder-; y el norte (color blanco), constituye la integridad – el agradecimiento-.

En cada vuelta el asistente del temazcal o “el guerrero” recibe el “aliento de vida”, a través del vaho, provocado al contacto del agua con las “abuelitas” –piedras volcánicas calentadas a altas temperaturas, consideradas como la sangre de la madre tierra- [7]; y las hierbas medicinales como el mastranto, copal y salvia. Sus prácticas tienen como fin purificar, limpiar y consolidar la identidad del ser humano creando una conexión con los elementos de la naturaleza (agua, aire, tierra y fuego), y el universo.

### B.Cempohualli

Cempohualli, lugar mágico rodeado de grandes montañas y vastas extensiones de bosques tropicales, se acurruca por el paso del río Ayampe y la diversidad de flora y fauna propias del lugar. En esta zona cultural del Ecuador, también es posible visitar la parroquia de Guale, anteriormente conocida como “Guayal”, sector rural del cantón Paján, antiguamente caserío acreditado con el nombre de Los Pajonales, debido a las grandes extensiones de paja mocora que existía en los alrededores de la provincia de Manabí.

Muy cerca del perfil costero se encuentra ubicado este santuario espiritual, que en lengua nahuatl significa “una cuenta o la cuenta”, y que guarda relación con el sistema vigesimal usado por los mayas y aztecas. En este espacio se visibilizan bosques en estados primarios y sobresalen las actividades de ceremonias de medicinas ancestrales, danza del sol, búsquedas de visión y temazcales, todas ellas, consideradas procesos de sanación en el que los individuos reconocen la misma conexión con el ecosistema y el cosmos que se da en Yololo, lugar de origen de este sueño en 2010.

Al respecto [4] precisa que existen ciertas censuras sobre los valores ancestrales debido al desconocimiento de los múltiples beneficios que se consiguen con la realización de sus prácticas, entre ellos se encuentran la recuperación de la salud física –hipertensión, gripe, afecciones del hígado, afecciones digestivas- y espiritual –equilibrio, paz y armonía- [8].

### C.Cultura

Fortalecer las relaciones de las comunidades que contienen los santuarios de las culturas ancestrales del camino rojo ubicados en Chongón y Guale, es necesario, además de fomentar el aprendizaje y la expansión de la identidad cultural ancestral, comprendiendo las riquezas invaluable que se pueden transmitir a través de los medios digitales que cohabitan y evolucionan a velocidades sorprendentes. Escuchar a las comunidades es fundamental, cuando de cultura se trata, puesto que guardan con ellas herencias de saberes, transmitidos a través de la oralidad por generaciones que las conservan intactas.

Para [9] la cultura permite al hombre asimilar y transformar los valores que hereda y crea en su interactuar con el entorno y proyectar conscientemente el futuro. Así este, como ser social, juega un papel activo y protagónico que le permite desarrollar la creatividad en un proyecto de vida no solo individual, sino colectivo. Actualmente tiene gran importancia en la satisfacción de las necesidades espirituales y como elemento de influencia directa en la producción de medios materiales de vida para la sociedad.

Desde esta premisa [7] manifiesta que las primeras dos décadas el santuario de Yololo manejaba publicidad boca a boca o a través de referencias personales de aquellos que habían vivenciado sus prácticas culturales. En [10] se da a conocer que ir a la montaña para conectarse con el Gran Espíritu e implorar orientación con sapiencia es una acción que se hace en la travesía llamada vida. Esta llamada también búsqueda de visión, es una liturgia que se ejecuta anualmente durante cuatro años de forma consecutiva. Se trata de un tiempo profundo, durante el buscador realiza ayunos y se mantiene en silencio, rezando por su propósito. Sin embargo [11] da a conocer que estas prácticas culturales ancestrales con el paso del tiempo se han adaptado al uso de las TIC para ampliar su alcance.

#### D.Comunicación Digital

Actualmente contamos con múltiples herramientas que nos facilitan y ayudan en los procesos comunicativos, en esta área existen cada vez menos limitaciones, pese a que el ser humano desde sus inicios, se ha comunicado de diversas maneras. Para [12] las plataformas digitales han evolucionado nuestra forma de ver y comunicarnos con los otros, nos han permitido eliminar distancias y a su vez nos abren y presentan u mundo de nuevas posibilidades.

En [13] se manifiesta que actualmente existe una mirada crítica y algo anticuada respecto a redes sociales, dado que cuestionan todos aquellos comportamientos que para ellos ponen en riesgo su privacidad, imagen, e otras palabras la construcción de nuevos mundos. Sin duda, [14] afirma que cada vez son más los usuarios conectados a la Red y que adoptan los canales digitales en su vida cotidiana. Con la explosión de la web, el acrecentamiento del consumo de información, el arribo del Big Data, y la eclosión de nuevos soportes, la inversión publicitaria se acrecienta anualmente y como resultado se facilita una comunicación más personalizada a las organizaciones.

#### E.Publicidad

En [4] se indica que la publicidad es una de las tantas formas de comunicación ya sea visual, auditiva y/o textual, que tiene como objetivo persuadir al consumidor final. Para [15] es informar acerca de las características o ventajas de un producto o servicio, no significa haber realizado un buen anuncio ya que la buena publicidad va más allá, se trata de seducir, persuadir y convencer como tal. Comprender la imparable transformación de la publicidad digital es importante para hacer sostenible el futuro de los medios digitales [16].

### III. METODOLOGÍA

La metodología utilizada tiene como objetivo de estudio: (1) Analizar la gestión de la comunicación digital en lo que respecta al desarrollo sociocultural de los santuarios culturales Yololo Chicomoztoc Teocalli y Cempo Hualli ubicados en Chongón y Guale en Ecuador, respectivamente (2) Examinar cuál es el enlace entre la comunicación digital y el desarrollo sociocultural de los santuarios Yololo Chicomoztoc Teocalli y Cempo Hualli (3) Determinar las distintas plataformas digitales en las que los santuarios culturales mencionados anteriormente comparten contenido y el impacto en sus seguidores (4) Establecer un plan de comunicación digital en el cual los moradores de las parroquias Chongón y Guale se sientan motivados a visitar los santuarios culturales.

La investigación tiene un enfoque de carácter mixto (cualitativo – cuantitativo) y desde la disciplina del diseño con la intención de fortalecer el desarrollo socio cultural de los santuarios culturales ancestrales, se presenta una indagación exploratoria descriptiva, con énfasis en la fenomenología, para entender el comportamiento del entorno, apoyado en las técnicas de entrevistas, focus group y encuestas.

La muestra estuvo compuesta por 398 estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Comunicación de la Universidad de Guayaquil, a quienes se les aplicó una encuesta online para conocer las principales opiniones sobre el uso de las redes sociales para la divulgación de contenido histórico y cultural, evaluando el uso de Instagram, Facebook, Twitter, Tik Tok, Telegram, entre otras.

Así mismo, el uso de esta herramienta dio a conocer la motivación de las personas para participar en los paseos y visitas a los centros culturales de Yololo Chicimoztoc Teocalli y Cempo Hualli, con el fin de conocer la relevancia que estos lugares tienen en la población cercana y valorar su importancia para la promoción cultural.

El 56% de los encuestados representa al público masculino y el 44% restante es femenino. De este universo, el mayor porcentaje está en un rango de 19 a 24 años es decir el 52%, por otro lado, el 16% de la muestra fluctúa entre 25 a 30 años, así mismo el 13% están en un rango de 31 a 36 años, el 11% del objeto de estudio se encuentra entre 37 a 42 años y por último el 8% pertenece al grupo de 43 años en adelante.

El 7% de la muestra tiene disponibilidad los días lunes, el 8% los días martes, los días miércoles un 10%, por otro lado, el día jueves el 12%, el viernes es el día de mayor disponibilidad de parte de la muestra con un 28%, los días sábados con un 22% y finalmente el día domingo con un 13%.

El 44% prefiere el horario matutino de 8am a 12pm, el 32% de la muestra opta por el horario vespertino de 1pm a 5pm y por último el 24% tiene disponibilidad de asistencia por las noches es decir de 6pm a 10pm.

#### **IV. RESULTADOS**

A. Uso y preferencia de redes sociales en ámbitos culturales: Whatsapp es la red social con mayor acogida, pues representa un 33%, seguido de Facebook con un 21%, Instagram con 19%, Tiktok 7%, Telegram 6%, Página web 5%, Snapchat 4% pertenece a Snapchat, Youtube 3% y finalmente blogs 2%.

B. Prevalencia de Productos Audiovisuales: Se evidenció que la preferencia de productos audiovisuales culturales es: 23% opta por videos, mientras que el 22% señala documentales, así mismo otro 22% de la muestra se inclina por las infografías, por otro lado, el 14% de la muestra decidió que los videos informativos eran de su predilección, el 13% sostiene que el su contenido ideal son los libros PDF y finalmente el 6% restante opta por afiches.

C. Importancia de la información para la promoción y difusión cultural: para el 68% de la muestra afirma que es importante y muy importante recibir información acerca de los eventos a realizarse en los centros culturales en cuestión, así mismo el 25% considera que es de poca importancia y para el 7% es un tema sin importancia.

Interés de participación en actividades culturales: se observó que un 44% de los encuestados manifiesta interés en asistir a temazcales, mientras que el 21% se encuentra interesado en los rituales de limpieza así mismo, el 14% en las ceremonias de los cuatro tabacos, el 12% demostró interés en el rezo del rosario, por último, el 9% en las ceremonias de la pipa.

## CONCLUSIONES

1. De conformidad con los datos recolectados se puede determinar que la creación de la campaña publicitaria para contenido informativo e interactivo ayudará a la población a estar inteligenciada de los eventos a realizarse en los santuarios culturales. Además, permitirá que los turistas extranjeros conozcan los rincones mágicos y ancestrales del Ecuador, dando apertura al turismo nacional e internacional de ser el caso.

2. Se debe considerar que los días y las horas para la realización de prácticas culturales ancestrales de los santuarios deben ser los fines de semana, de 08h00 a 17h00.

3. Es importante documentar las experiencias de sus visitantes con el objetivo de divulgar las prácticas, costumbres, mitos y realidades las culturales ancestrales, no solo para aclarar los significados y las malas interpretaciones que se puedan dar por falta de conocimiento, sino que el público demanda productos audiovisuales.

4. Dada sus preferencias de consumo de información e interés de prácticas culturales ancestrales es muy importante que se mantenga informada a la comunidad de las actividades realizadas en los santuarios, especialmente de las más atractivas, entre ellas el temazcal.

5. Se debe promover el turismo en los santuarios, no solo por medios locales, sino por medios internacionales, donde sea posible destacar el valor cultural de estos lugares.

6. Se deben crear infraestructuras turísticas, caminos, senderos, que permitan el acceso y la estadía de los turistas en la zona, que se dé la apertura de los visitantes con lugares atractivos, aptos para familias y con enfoque inclusivo.

## REFERENCIAS

[1] L. M. Romero Rodríguez y D. E. Rivera Rogel , La comunicación en el escenario digital: Actualidad, retos y prospectivas, Lima: Pearson, 2019.

[2] B. A. Santana García y M. A. Muñoz Carriel, CUIDADO INTERCULTURAL DEL ADULTO MAYOR EN LA MEDICINA ANCESTRAL, CENTRO DE SALUD MARISCAL SUCRE. MAYO - AGOSTO / 2019, Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2019.

[3] G. M. Vernimmen Aguirre, COMUNICACIÓN DIGITAL INTERCULTURAL: EL CASO DEL CENTRO CULTURAL YOLOLO, Guayaquil: Universidad Casa Granda, 2019.

[4] N. Y. BERMUDEZ QUIMIS, GESTIÓN DE LA COMUNICACIÓN PUBLICITARIA - DIGITAL PARA EL DESARROLLO SOCIO - CULTURAL DE GUALE Y CHONGÓN, Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2022.

[5] El Telégrafo, «La leyenda amistosa sobre el mono y el patrono de Chongón,» 19 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/chongon-sanjeronimo-mono-leyenda>. [Último acceso: 13 junio 2022].

[6] El Universo, «[www.eluniverso.com](http://www.eluniverso.com),» 04 noviembre 2009. [En línea]. Available: <https://www.eluniverso.com/2009/11/04/1/1445/amistad-san-jeronimo-mono-chongon-nacio-medio-lid.html>. [Último acceso: 12 04 2022].

[7] K. K. Herrera Rivas, K. Vilema Herrera, G. Suárez Suárez y G. Campos de Vereau, «COMUNICACIÓN DE LAS EXPRESIONES CULTURALES, CASO TEMAZCAL EN EL CENTRO YOLOLO CHICOMOZTOC TEOCALLI,» Universidad y Sociedad, vol. 14, nº 1, pp. 455 - 461, 2022.

[8] G. Vernimmen Aguirre, C. A. Samaniego Torres, J. Horna Ibarra y R. Piedrahita Piedrahita, CENTRO CULTURAL ANCESTRAL CEMPOHUALLI: Una mirada transdisciplinaria, para el análisis de la comunicación intercultural, Guayaquil: Universidad Católica Santiago de Guayaquil, 2021, p. 12.

- [9] R. Macías Reyes y J. O. Nápoles González, «La animación sociocultural como recurso cultural para los proyectos de desarrollo sociocultural comunitario. Resultados alcanzados en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanística (2006 - 2016),» *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, vol. IX, nº 5, pp. 359 - 378, 2018.
- [10] Santuarios Siete Direcciones, «<https://santuarios.sietedirecciones.com/>,» [En línea]. Available: <https://santuarios.sietedirecciones.com/cempohualli/>. [Último acceso: 01 julio 2022].
- [11] R. Celleri Santos, Aho metakuye oyasin "todos somos familia": ¿Cómo la organización interna del camino espiritual Fuego Sagrado de Itzachilatlan refleja o modifica dinámicas sociales relacionadas con género, "raza" e interacciones interculturales?, Quito: USFQ, 2019.
- [12] V. Segura, «Comunicación Digital,» *Redes*, pp. 8 - 13, 2017.
- [13] S. Zuccherino, *Social media marketing: la revolución de los negocios y la comunicación digital*, Buenos Aires: Temas, 2021.
- [14] D. F. García Rosales, «Comunicación digital. Estrategias integradas al marketing,» *Questiones Publicitarias - Revista científica internacional de comunicación y publicidad*, vol. 3, nº 26, pp. 57-58, 2020.
- [15] F. Del Castillo Diaz, *La publicidad contada por publicitarios*, Madrid: ESIC, 2018.
- [16] P. Cerezo, «[www.cuadernosdeperiodista.com](http://www.cuadernosdeperiodista.com/),» 31 agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.cuadernosdeperiodistas.com/el-futuro-de-la-publicidad-en-la-financiacion-de-los-medios/>. [Último acceso: 01 julio 2022].

<https://doi.org/10.47460/minerva.v1iSpecial.81>

# Percepción del docente sobre el empleo de la revisión sistemática de la literatura en la universidad

Bella Aurora Barreiro Vera  
<https://orcid.org/0000-0002-3407-9162>  
aurora.barreiro@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Aura Mantilla Vivas  
<https://orcid.org/0000-0002-9679-4786>  
aura.mantilla@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Daniela Vera Vélez  
<https://orcid.org/0000-0003-2151-5348>  
daniela.vera@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Holger Muñoz Ponce  
<https://orcid.org/0000-0001-6244-8669>  
holger.munoz@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Felisa Meza Intriago  
<https://orcid.org/0000-0002-8145-5159>  
felisa.meza@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Recibido(10/04/2022), Aceptado(03/07/2022)

**Resumen.** - En el ámbito universitario, abundan informes de investigación con limitado empleo de la Revisión Sistemática de la Literatura, lo que implica un insuficiente sustento teórico y uso inapropiado de la información de otros investigadores; este trabajo cumplió el objetivo de identificar las percepciones de los docentes sobre la utilización de las técnicas de Revisión Sistemática de la Literatura. Se aplicó una metodología mixta, utilizando métodos de análisis-síntesis y el estadístico para el procesamiento de la información obtenida en la encuesta empleada. Los datos analizados se obtuvieron a partir de encuestas realizadas a 61 docentes universitarios. Se obtuvo como resultados que los motores de búsqueda se emplean cada vez más mediante los adecuados operadores lógicos reconociendo su importancia en la labor académica e investigativa del docente, así como la necesidad de fortalecer las capacidades para su sistematización en la formación de los profesionales y en la actividad metodológica.

**Palabras clave:** Revisión sistemática de la literatura, percepción del docente universitario, y producción de textos científicos o académicos.

Faculty perceptions about the use of the systematic literature review at the university

**Abstract.** - In the university environment, research reports abound with limited use of the systematic review of the literature, which implies insufficient theoretical support and inappropriate use of information from other researchers; this work fulfilled the objective of identifying the teachers' perceptions about the use of the Systematic Literature Review techniques. A mixed methodology was applied, using analysis-synthesis and statistical methods to process the information obtained in the survey. The data analyzed were obtained from surveys of 61 university professors. It was accepted as a result that search engines are used more and more using the appropriate logical operators, recognizing their importance in the academic and investigative work of the teacher, as well as the need to strengthen the capacities for their systematization in the training of professionals and methodological activity.

**Keywords:** Systematic literature review, university teacher perception, scientific or academic text production.



## I. INTRODUCCIÓN

La revisión sistemática de literatura, se conoce como una técnica de investigación utilizada para identificar, evaluar e interpretar la literatura asociada a un tema específico en una determinada rama del saber científico [4], [7], [9]. Diversos estudios muestran que la revisión sistemática de literatura comprende estrategias de los profesionales para la selección y análisis del estado del arte lo que supone la pertinencia y actualización de la ciencia y sus diferentes ramas y disciplinas, [4], [5] y [7].

Otros autores manifiestan que esta técnica de investigación permite generar nuevas aristas y líneas de estudio para el desarrollo de las investigaciones, que se realizan a partir del avance del conocimiento científico [13], [15]. En el contexto universitario uno de los desafíos a los que se enfrenta hoy la calidad de la formación está relacionado con el desarrollo de la gestión de ciencia e investigación de los docentes en la que se refleje el cumplimiento de estándares de calidad de la producción de textos académicos y científico; para ello se hace necesario el empleo de métodos de revisión de la literatura de manera sistémica y sistemática, [2], [4].

En Ecuador, la Ley Orgánica de Educación Superior sostiene que la educación como área estratégica, orienta sus fines al dominio del conocimiento científico y tecnológico, determinado a través de la docencia, la investigación y la vinculación con la sociedad, [16]. En este sentido, los docentes desarrollan los diferentes procesos sustantivos los cuales demandan del empleo lógico y sistemático del sistema de revisión de literatura para analizar, interpretar, argumentar los presupuestos o basamentos referenciales en el abordaje de los problemas profesionales en sus diferentes aristas (académico-investigativo-labora-extensionista), [8].

Este trabajo se realizó en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), en Ecuador; en esta institución se plantea desde la misión estratégica la intención de formar profesionales competentes y emprendedores desde lo académico, la investigación y la vinculación, que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la sociedad. En pos de lograr esta misión, los académicos están llamados a emplear metodologías que posibiliten contrastar la transparencia y confiabilidad de las evidencias que se muestran en las diferentes áreas.

La experiencia profesional de contacto directo con la temática, el análisis de documentos, las principales valoraciones y resultados de auditorías y controles a la gestión de ciencia de los departamentos permiten, en una primera aproximación, determinar las siguientes manifestaciones del empleo de la revisión sistémica de la literatura:

- Subsisten limitaciones en reconocer e integrar sus métodos y protocolos en la producción académica y científica de los docentes.
- Limitado empleo de herramientas para la comparabilidad de los estudios en los diferentes contextos y poblaciones.
- Bajo índice de producciones científicas asociadas a artículos resultados de revisión sistémica de la literatura.

Algunos autores [15], [13], [3] y [7], han aportado en torno al problema de la revisión sistemática de literatura, y contribuyen al enriquecimiento del vínculo conocimiento- investigación, siendo insuficiente la conformación de una concepción coherente que potencie el procesamiento del conocimiento y su transferencia a las diversas problemáticas, que exigen la labor indagativa del docente.

Sobre la base de lo anteriormente expuesto el equipo investigador entiende la necesidad de realizar un estudio de la percepción del docente sobre el uso de la revisión sistémica de la literatura. En tal sentido, planteó como principal objetivo identificar las percepciones de los docentes acerca del empleo de la revisión sistémica en universidad de Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Extensión Chone en el período académico enero 2021- enero 2022.

## II. DESARROLLO

La revisión sistemática de la literatura en la producción de textos académicos y científicos en la formación universitaria se ha venido perfeccionando en el siglo XXI, a partir de la gran producción y divulgación, en las diferentes plataformas virtuales, de la información científica [2], [6].

A partir de julio del 2009 y auspiciado por el grupo de trabajo QUORUM, la revisión sistemática, se nutrió de la denominada Declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) lo que permitió traspasar su empleo en otros tipos de diseños de investigación y no solo en los ensayos clínicos.

PRISMA contiene diferentes ítems (27), integrados en 7 dominios (título, resumen, introducción, método, resultados, discusión y financiamiento), que conforman la estructura de la presentación de los informes científicos y académicos; este método orienta las habilidades investigativas del docente en el proceso [11]. Con el método PRISMA, se logra evaluar la calidad metodológica de la revisión sistemática de la literatura, de manera homogénea, teniendo en cuenta diferentes parámetros que aluden a la idoneidad y fiabilidad de los resultados del estudio realizado, a partir de los datos y el estado del arte [5].

Los ítems de la lista de verificación de PRISMA [11], son aplicables a las publicaciones de revisiones sistemáticas que evalúan intervenciones en diferentes campos del saber en las cuales se emplean métodos mixtos (cuantitativos y cualitativos); en la declaración PRISMA 2020, se incluye una lista de verificación para la publicación de resúmenes estructurados de revisiones sistemáticas presentados en revistas y congresos estas bondades se constituyen en recursos valiosos para el desarrollo de la actividad investigativa del docente.

Los ítems de PRISMA abarcan desde el título hasta las fuentes de financiación, las cuales se reflejan en las estructuras de los proyectos de investigación científica; algunos de estos ítems aluden a:

**Título:** Identificar en el título que la publicación corresponde a una revisión.

**Resumen estructurado:** que incluya, si es que corresponde: introducción, objetivos, bases de datos, criterios de elegibilidad, participantes e intervenciones, evaluación de los estudios y métodos utilizados para resumir los resultados, resultados, limitaciones del estudio, conclusiones.

**Justificación:** Describir la razón del porqué de la revisión sistemática, teniendo en cuenta la evidencia disponible sobre el tema.

**Objetivos:** Plantear de forma clara la pregunta de investigación a la cual pretende dar respuesta.

**Protocolo y registro:** Indicar si existe un protocolo previo al estudio y si este puede ser accedido.

**Criterios de elegibilidad:** Indicar las características de los estudios que serán incluidos tipo de publicación u otra característica utilizada como criterio de elegibilidad y la justificación de porqué fueron elegidos.

**Fuentes de información:** Indicar cuáles fueron las fuentes desde las cuales se obtuvo la información para llevar a cabo el estudio, además se debe informar cuál fue el período en el cual se realizó la búsqueda y cuál es la fecha de la última búsqueda realizada.

**Búsqueda:** Presentar la estrategia de búsqueda utilizada para al menos una de las bases de datos, esta estrategia debe incluir los límites u otras herramientas utilizadas.

Características de los estudios: Presentar las características extraídas para cada estudio.

Riesgo de sesgo en los estudios: Presentar los datos relacionados con los riesgos de sesgo para cada estudio y si fuera posible para los resultados de cada estudio.

Resumen de la evidencia: Resumir los resultados principales, se debe incluir las fortalezas que cada uno de estos resultados presenta para la evidencia, y se debe discutir acerca de la relevancia que estos resultados.

Limitaciones: Exponer y discutir de forma clara cuáles fueron las limitaciones que presentaron los estudios individuales utilizados y los resultados obtenidos.

Conclusiones: Interpretación global de los resultados obtenidos en el contexto de la evidencia disponible en ese momento y al escenario en el cual fue llevado a cabo el estudio.

Financiamiento: Indicar en este ítem.

El método PRISMA se desarrolla en diferentes etapas que comprenden la actividad de planificación, revisión, análisis y síntesis de referentes de la investigación [1], [11]; su empleo requiere de una sólida preparación del docente, que posibilite alcanzar los resultados con alta confiabilidad de la investigación realizada. En la actualidad el uso de este método se constituye en una exigencia por parte de los estándares de revistas de alto impacto, lo que incide en la necesidad de dominio del mismo por parte del docente universitario [5].

La amplia diversidad de posturas en torno a la revisión sistémica permite identificar algunas de sus características más notables. (Tabla 1).

**Tabla 1.** Perspectivas en los estudios sobre la revisión sistemática de la literatura.

Autores	Características principales
[1]	Es manera de evaluar e interpretar toda la investigación disponible relevante respecto de una interrogante de investigación particular, en un área temática o fenómeno de interés. Este autor lo aborda desde su empleo en la Computer Science Department, en cual se elabora el protocolo de revisión y se realiza la síntesis de los datos.
[3]	Las clasifica como revisiones simples o narrativas apropiadas para describir y discutir el desarrollo de un determinado asunto bajo un punto de vista teórico o contextual.
[5]	Es el proceso de búsqueda en la literatura que se adhieren estrechamente a un conjunto de métodos científicos, que apuntan explícitamente a limitar el sesgo.
[7]	Es el método que analiza las visiones o conceptos de un corpus cuantitativo relativamente limitado de trabajos, de forma descriptiva y discursiva.

A partir de las posturas anteriores, se pueden precisar como principales rasgos de la revisión sistémica de la literatura los siguientes:

- Es un método de identificación, evaluación crítica y síntesis de la evidencia obtenida.
- Posee diversas formas de realización: cuantitativa/metaanálisis; cualitativa y mixta.
- Requiere del empleo de estrategias de búsqueda completa de la información relacionada con el objeto y campo de la investigación.
- Su proyección en los resultados obtenidos a partir de la búsqueda de literatura en diferentes fuentes de información, tanto impresa como digital, tales como bases de datos especializadas, entre otras.
- La identificación de estudios relevantes, publicados y no publicados, para poder realizar la valoración de los principales resultados atendiendo a los objetivos y preguntas de la investigación.
- Se produce la recopilación y el análisis crítico de los múltiples estudios o trabajos de investigación a través de un proceso sistemático de los hallazgos y evidencias del proceso de indagación.

Varios investigadores [1], [9] y [15], han ponderado las ventajas de este método, entre las que se encuentran:

- Diseñar la estrategia de búsqueda.
- Identificar y seleccionar la literatura relevante.
- Almacenar y registrar los resultados de búsqueda.
- Modelar y organizar las referencias seleccionadas.
- Analizar e interpretar los resultados de los artículos seleccionados.

La revisión sistémica de la literatura permite orientar la toma de decisiones en el campo de la investigación, correlacionar o relacionar las diferentes variables o categorías e identificar las contradicciones existentes en los resultados de cada estudio.

Al indagar sobre los diferentes estudios [5], [12], que exponen de manera general la revisión sistemática como herramienta para abordar un determinado estado de cualquier investigación, donde se emplean metodologías bien delimitadas para identificar, analizar e interpretar todas las evidencias relacionadas con las preguntas y objetivos de la investigación; se denotan carencia de sólidos fundamentos que posibiliten comprender los aspectos asociados a la percepción del docente en torno al empleo de la revisión de la literatura, aspecto este que connota la calidad de las producciones académicas y científicas, [8].

En este sentido, a pesar de las ventajas del empleo del método, aún no se logra generalizar su uso de forma periódica en la construcción de textos académicos en el entorno de las universidades; es por ello que se hace necesario explorar las representaciones y percepciones que posee la comunidad académica en torno a este método, lo que implicará la mejora de la calidad de la educación.

En el proceso de formación universitaria de pregrado y posgrado es recurrente el uso de diferentes metodologías de revisión sistemática de la literatura, por lo que en la actualidad se demanda un mayor nivel de compromiso y responsabilidad por parte de los académicos hacia el desarrollo de habilidades que posibiliten superar las falencias en el modo de enseñar este tipo de herramienta.

En el caso específico de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Extensión Chone, según las valoraciones realizadas en el Informe de Balance de Ciencia-Tecnología e Innovación [8], sólo el 29% de los docentes elaboran artículos de revisión sistemática de la literatura, esas producciones científicas prevalecen en las carreras: Ingeniería en Sistemas y Tecnologías de la Información y en la Maestría en Tecnología de la Información.

## II. METODOLOGÍA

Para la determinación de la muestra se adoptaron dos criterios de selección:

- La producción científica del docente en formato de ponencias, informes escritos de tesis de doctorado o de maestría, artículos y libros publicados o no publicados.
- La tutoría de tesis de maestría y de doctorado.

Una vez establecidos los criterios de selección, se elaboró un cuestionario con 8 ítems, contentivo de preguntas cerradas, cuyas respuestas permitieron seleccionar una muestra probabilística de 61 docentes, compuesta por 55 profesionales magister (90%) y 6 doctores (9.8%). Estos docentes trabajan en los niveles de 1ro a 5to semestre y pertenecen a las siete carreras universitarias, que se estudian en el cantón Chone; el estudio abarcó el período académico enero 2021- enero 2022.

Los docentes seleccionados imparten sus actividades académicas en asignaturas básicas y asignaturas profesionalizantes que se imparten en diferentes programas de estudios de las carreras en los que sus objetivos generales aluden al empleo de métodos y técnicas de revisión de la literatura para la solución de los problemas profesionales.

Durante el período que se estudia, estos docentes lograron tener una amplia producción de textos tales como: artículos (31%), libros o capítulos de libros (7%), ponencias para eventos (46%), entre otras; lo cual favorece la indagación de sus percepciones sobre el método de análisis de la literatura.

Luego de caracterizada la muestra se definieron los criterios de selección de las categorías del estudio para delimitar la búsqueda y se descartaron aquellos que no se relacionaran directamente con el foco de estudio. Posteriormente se diseñó una encuesta contentiva de 11 ítems, los que se estructuraron en función de poder responder aspectos sobre el papel de la revisión sistémica de la literatura en la construcción de producciones científicas, utilización de motores de búsqueda, recursos electrónicos o textos impresos para la fundamentación del problema, empleo de criterios de exclusión e inclusión de fuentes de información y los recursos de extracción de metadatos del análisis de la fuente de información. Se utilizó de igual manera, en esta investigación el método analítico- sintético para determinar los principales resultados del estudio.

## IV. RESULTADOS

En el análisis exploratorio a partir de los criterios iniciales, se dividió en aspectos generales que aplican los docentes en el proceso de revisión de la literatura y aspectos inherentes al uso de recursos electrónicos para la búsqueda de información. En los aspectos generales se establecieron los principales resultados fueron:

El 26% de los docentes consideran muy relevante el dominio de la metodología de revisión sistémica en la actividad profesional ya que esta permite la identificación del campo de estudio que se desea analizar, lo que derivará en la detección del problema de investigación, los objetivos y la delimitación del marco teórico; también refieren que esta posibilita analizar las diferentes alternativas en el tratamiento a una investigación, la selección de aquellas de mayor interés e impacto para la comunidad científica, así como también permiten relacionar estudios diferentes, con resultados aparentemente antagónicos, y extraer conclusiones que determinan cursos de acción de futuras investigaciones.

Resulta interesante la percepción del 37.7% de los docentes; los que señalan que si bien en ocasiones se tiene una determinada preferencia por otros métodos para el proceso de construcción de un texto académico y/o científico atendiendo a los objetivos de la investigación, estos no siempre ofrecen las mismas ventajas que la revisión sistémica ya que esta resulta eficaz para la identificación de las variables y tendencias de investigación, así como de la pertinencia del tema y problema de investigación. El 10% de estos consideran igualmente que, una vez conformado el informe escrito, en función de lograr su publicación se hace necesario mostrar una metodología que responda a las normas de las revistas especializadas en grupos de alto impacto, en las cuales, por lo general, se pondera el empleo los dominios del método PRISMA.

Es meritorio reconocer que solo el 36% de los docentes, perciben como poco relevante la revisión sistemática de la literatura lo cual tiene como principales argumentos: el desconocimiento de la metodología, falta de exigencia de su empleo en la redacción de informes que se solicita en los diferentes niveles organizativos en que se desarrolla la formación universitaria; la ausencia del tema en el perfil de formación de los profesionales y el posgrado de la educación superior; estos docentes refieren que prefieren elaborar artículos de investigación primaria sobre los artículos de revisión de literatura.

Con relación al empleo de los protocolos de búsqueda, el 3 % de los docentes reconocen que carecen de conocimiento sobre este aspecto y sienten el temor de correr el riesgo de identificar muchas referencias bibliográficas poco relevantes en el estudio de las temáticas que investigan; además agregan que por lo general realizan la consulta de expertos y especialistas en la materia y prefieren la lectura de artículos indexados en revistas de alto impacto relacionados con el área de la disciplina académica u objeto de investigación.

Se evidenció que un 20% refiere que casi siempre, utiliza los protocolos de búsqueda realizando para ello la definición de palabras claves y sus relaciones o combinaciones con otras palabras clave o sinónimos a partir del uso de los operadores booleanos (AND, ORs, NOT), de igual manera emplean mapas literatura para delimitar las fuentes de información o bases de datos más pertinentes en función del ámbito académico o científico.

De igual manera el 33%, considera que siempre utilizan los protocolos de búsqueda ya que esto les permite optimizar el proceso y seleccionar de manera certera los recursos más pertinentes para la investigación.

Por otro lado, aunque el 100% coincide en la necesidad de realización de la definición de preguntas que conduzcan el proceso indagatorio ya que estas les permiten orientar mejor la búsqueda de información y descartar con mayor celeridad las fuentes que poco aportan a la investigación; se aprecia que no todos lo hacen de manera sistemática; ya que un 26% de los docentes a veces definen previamente las preguntas lo cual está en dependencia de múltiples factores como: la extensión del tema, el objetivo de la investigación, la amplitud y heterogeneidad de recursos previstos a utilizar. Se refleja por otro lado que 35%, siempre definen las preguntas.

En cuanto al uso de más de 40 fuentes o recursos bibliográficos para determinar el problema de investigación, es significativo advertir que el 48% identifica que siempre las emplea, destacando dentro de ellas las fuentes las tesis de maestría y doctorado; estos sienten preferencia, en su práctica habitual, por la utilización de libros impresos en los últimos cinco años, debido a sus ventajas asociadas y la no dependencia de la conectividad para su consultar en cualquier momento deseado, a pesar de ello, estos docentes reconocen que no siempre pueden adquirir o localizar materiales impresos, lo que hace que tengan que acudir a los recursos digitales, como fuente de información para fundamentar su producción científica.

Al mismo tiempo, el 15% aprovecha, casi siempre, los textos físicos ya que este tipo de soporte, en dependencia de su nivel de pertinencia y actualidad para el tratamiento a las temáticas que se investigan, favorece su consulta cotidiana sin temer a las limitaciones del acceso a la tecnología; las insatisfacciones con los resultados de los motores de búsqueda durante la selección de artículos relevantes para la investigación, por falta de foco de búsqueda, desconocimiento del método para la revisión de la literatura e incapacidad para explicar de una manera no sesgada cómo los estudios para la revisión fueron seleccionados o descartados.

El 13% refiere que casi nunca, utilizan los textos físicos porque hacen más uso de la literatura que existe en sitios académicos digitales como los repositorios, ya que suelen ser más abundante, diversa y actualizada. El 24% los utilizan a veces, estos concuerdan en plantear las comodidades del libro físico, pero señalan que en muchas oportunidades acuden a motores de búsqueda por la diversidad de estos recursos.

El nivel de utilización de fichas de análisis, para extraer los metadatos refleja que el 15% siempre lo usan, pero señalan que de manera habitual solo exploran en las bibliografías su resumen y conclusiones, con las cuales suelen conformar el listado de referencias bibliográficas utilizadas lo que denota un limitado proceso de extracción de los metadatos y de análisis de las tendencias.

De igual manera el 29% alega que a veces emplean las fichas, sintetizando de manera cuantitativa y cualitativa los resultados encontrados, pero también utilizan los mapas mentales basados en conceptos centrales, metodologías y resultados, así como diferentes matrices como: matriz de consistencia, de contrastación teórica y matriz de análisis de literatura. En este indicador, resulta significativo que un 21% de los docentes nunca emplean las fichas de análisis para extraer metadatos, estos consideran que las causas esenciales están sustentadas en el recurso tiempo que se requiere y el pobre dominio de los protocolos necesarios.

Se corroboró que el 10% utilizan siempre las matrices de análisis para determinar el problema de investigación, ellos identifican ventajas con el empleo de las mismas, en función de lograr mayores niveles de síntesis, sistematización y generalización de la temática de estudio. En este sentido se advierte que el 23% nunca emplean las matrices de análisis ya que utilizan los resultados de la aplicación de otras técnicas; el 13% refiere que casi nunca las emplean, ellos refieren el uso cotidiano de otras metodologías que les aportan al reconocimiento teórico metodológico y práctico de la existencia del problema de investigación.

El resto de la muestra refleja un empleo de las matrices con diferentes grados y niveles de frecuencia que oscilan entre un 31% que las utiliza a veces y un 23% que las emplea casi siempre para la evaluación de las convergencias y divergencias entre los textos analizados.

Se aprecia una tendencia cada vez mayor al empleo de los motores de búsqueda y bases de datos electrónicas, en este sentido solo el 10% de la muestra alega utilizarlos solo a veces, cuando otras vías y fuentes de información complementarias como revistas específicas impresas o la consulta a expertos, sobre el tema de estudio, no logran aportar la información suficiente y necesaria para la elaboración del texto. También se aprecia que tanto el 43% que los utiliza, casi siempre, como el 47% los utiliza siempre tienen tendencia a explorar primero la literatura primaria o secundaria (bases de datos, catálogos de editoriales, catálogos de bibliotecas, repositorios) que les permitan seleccionar artículos científicos, tesis doctorales y libros relacionados con el estudio. Estos alegan tener preferencias por el empleo de la herramienta llamada scanning, para identificar artículos académicos, libros profesionales y revistas especializadas pertinentes a la investigación; de igual manera señalan que las bases de datos académicas más usadas por ellos son: ProQuest®, EBSCO Host, JStor, Emerald, bases de datos de libros electrónicos como Ebrary y Springer. Por último, todos afirman que han utilizado con mayor frecuencia, los buscadores genéricos como el Google Scholar y/o Google Books.

Todos los docentes, que emplean las cadenas de búsqueda, refieren sentir que es más ágil las búsquedas bases de datos cuando utilizan los truncadores, los paréntesis y las comillas para hallar de manera literal todo lo que contengan las palabras claves predeterminadas, o para grupos de palabra claves o sinónimos, con el fin de buscar todas las palabras equivalentes, [15].

Estos resultados, muestran que las bases de datos siguen percibiéndose como un recurso muy útil y de gran preferencia en su empleo, a la hora de examinar las evidencia pertinentes, fiables y precisas sobre todo si están indexadas en bases de datos a las cuales se requieren llegar mediante búsquedas en operadores booleanos u operadores lógicos (OR, AND y NOT).

Sobre el conocimiento y empleo de la aplicación cadenas de búsquedas, se evidencia que existe correspondencia entre el conocimiento de las cadenas de búsqueda, su aplicación y adecuación mediante el uso de operadores lógicos, lo que favorece la capacidad de aumentar significativamente la precisión de los resultados de la investigación. Al respecto 4% señalan que nunca las aplican, pero las conocen.

Sobre el conocimiento de las cadenas de búsqueda y su adecuación mediante los operadores lógicos, en la actividad profesional, el 51% de los docentes señalan que se han percatado que en la realización de los trabajos investigativos, por lo general estudiantes muestran un limitado uso de motores de búsqueda como Google Scholar y bases de datos, lo cual está dado por muchas razones, entre ellas las dificultades para el acceso a la tecnología de los estudiantes que viven zonas rurales alejadas al cantón, donde por lo general la cobertura en algunos sectores es deficiente y otro factor importante es el pobre dominio de los protocolos para la búsqueda. Todo ello alude a la necesidad de incorporar progresivamente, desde el primer año de las carreras, cursos optativos asociados a la revisión sistémica de la literatura para desarrollar habilidades y mejorar la práctica profesional [5].

Estas percepciones refuerzan el criterio de la importancia de los avances tecnológicos en el proceso de formación profesional, relacionados con la generalización de internet, el acceso a las bases electrónicas de bibliografía y software para gestionar una gran cantidad de referencias, ya que los antiguos métodos manuales de búsqueda en listados de artículos en papel impreso han quedado relegados por técnicas más sofisticadas en formato electrónico, [13], [15].

Es significativo que en el 10% de la muestra, reconoce que a veces emplean los criterios de inclusión y exclusión; estos suelen elaborar, diferentes diagramas como el diagrama de flujos, el mapa conceptual de la literatura (Literature Map) como retrato visual de los clústeres de literatura asociados al tema. Por otro lado, el 43% señalan que casi siempre emplean criterios de inclusión o exclusión, lo que les posibilita clasificar los recursos encontrados atendiendo a sus aportaciones bibliográficas, comparación y contrastación con otros estudios y sus relaciones el fenómeno investigado.

Estas consideraciones apuntan a considerar la importancia de diseñar la búsqueda de referencias bibliográficas a partir de palabras claves, criterios de inclusión y exclusión de referencias bibliográficas, tanto en fuentes secundarias especializadas o primarias, en función de extraer toda la información relevante para responder las preguntas de la investigación [10], [14] y [15].

Teniendo en consideración que el proyecto de investigación debe dar solución a las falencias identificadas, se sugiere considerar en la dinámica universitaria las siguientes recomendaciones:

- Sistematizar, en las diferentes carreras, el tratamiento al método de revisión sistémica de la literatura como hilo de integración del componente académico-investigativo-laboral.
- Incorporar como una figura académica que transversalice la formación continua, el estudio sobre método PRISMA.

- Monitorear en el proceso de formación universitaria, desde las disciplinas académicas, la orientación y exigencia hacia el empleo del método de revisión sistémica de la literatura como parte de la actividad investigativa y académica.
- Continuar el desarrollo de acciones de fortalecimiento de las capacidades de los tutores en función del empleo de dicho método.
- Orientar la realización de investigaciones bibliométricas (artículos científicos, informes, noticias de periódicos o revistas sectoriales), desde los programas de disciplinas y asignaturas, en las diferentes carreras universitarias.

## CONCLUSIONES

La revisión sistemática de literatura está sustentada en los fundamentos teóricos que revelan su carácter sistémico y complejo, significándose, como un método de revisión que sustenta la fiabilidad del proceso de revisión de la literatura.

Reconocer la importancia de la percepción del docente sobre el empleo de la revisión sistemática de literatura permite valorar la eficiencia y efectividad en los procesos de búsqueda de información para la investigación científica, además permite ejecutar planes de mejora en los procesos académicos.

Es loable la importancia que le otorgan los docentes al empleo de la metodología de revisión sistémica de la literatura ya que les permite conocer en profundidad el campo de estudio y resumir los contenidos de múltiples artículos que responden a las interrogantes de la investigación lo que incide en el proceso de toma de decisiones informadas basadas en evidencias.

Son amplios y variados las percepciones sobre las metodologías y recursos, impresos y tecnológicos, que utilizan los docentes en el proceso de revisión sistémica de la literatura, no obstante, se reconoce la necesidad de fortalecer las capacidades del claustro en función del aprovechamiento de las potencialidades de este método.

## REFERENCIAS

- [1] B. A., Kitchenham, "Procedures for Undertaking Systematic Reviews", Joint Technical Report, Computer Science Department. Keele University and National ICT Australia, Ltd (0400011T.1), 2004.
- [2] C. Mera Macías y Aurora Barreiro Vera, Rocío Bermúdez Cevallos, Beatriz Cedeño Zambrano y Daniela Vera Vélez, "La revisión sistemática de literatura utilizando recursos electrónicos en el desarrollo de proyectos", Revista Científica Multidisciplinaria Vol. 4, (2), (Mayo-Agosto), ISSN 2602-8166, Pág. 1-11, 2020.
- [3] E. T, Rother, "Revisão Sistemática X Revisão Narrativa", Acta Paulista de Enfermagem, 20(2), p. 5-6. <https://www.scielo.br/pdf/ape/v20n2/a01v20n2.pdf>, 2007.
- [4] F. J. García-Peñalvo, "Los métodos de revisión sistemática de literatura. Recursos docentes de la asignatura Procesos y Métodos de Modelado para la Ingeniería Web y Web Semántica", Máster Universitario en Sistemas Inteligentes. Curso 2021-2022. Ed., Salamanca, España: Universidad de Salamanca, 2022. [Online]. Disponible en: <https://bit.ly/3vy0MdZ>, 2021.
- [5] J. Macías, "Propuesta de proceso de transferencia de resultados de investigación en las instituciones de educación superior (privadas) de Medellín en las facultades de ingenierías, a partir de sus capacidades de innovación", Medellín, <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54522>, 2015.
- [6] J., Cruz-Benito, R., Therón, & F. J. García-Peñalvo, "Software Architectures Supporting Human-Computer Interaction Analysis: A Literature Review", In P.Zaphiris & I. Ioannou (Eds.), Learning and Collaboration Technologies, Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22. 2016, Proceedings (pp. 125-136). Switzerland: Springer International Publishing, 2016. [https://dl.acm.org/doi/abs/10.1007/978-3-319-39483-1\\_12](https://dl.acm.org/doi/abs/10.1007/978-3-319-39483-1_12).
- V2000) ,2015 <https://www.uteq.edu.ec/lotaip/lotaip/pdf/literala2/REGLAMENTOSYLEYESEXTERNAS/LEY-ORGANICA-DE-EDUCACION-SUPERIOR.pdf>.

- [7] J. B. Bottentuit & C. G., Santos, "Revisão sistemática da literatura de dissertações sobre a metodologia WebQuest", Revista EducaOnline, 8(2), pp 1-41. <http://dx.doi.org/10.18247/1983-2664/educaonline.v8n2p1-42>, 2014.
- [8] Vicerrectoría de Posgrado, "Informe de Balance de Ciencia-Tecnología e Innovación, presented at the Claustro de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Extensión Chone. Año 2020- 2021", material "inédito".
- [9] L. M. M., Sousa, C. F., Firmino, C. M. A., Marques-Vieira, S. S. P. S., Severino, & H. C. F. C. Pestana, "Revisões da literatura científica: tipos, métodos e aplicações em enfermagem", Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação, 1(1), pp. 45-54. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/25938/1/rperv1n1%20p.45-54.pdf>, 2018.
- [10] Liberati, D.G., Altman, Tetzlaff, J., "The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration". Annals of Internal Medicine, 151, W65-W94 <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00136>, 2009.
- [11] L. A. McGuinness. Mcguinlu/PRISMA-Checklist: Initial release for manuscript submission (Version v100) Zenodo, 2020
- [12] N. A., López Luque, "Herramienta de apoyo a revisiones sistemáticas de la literatura en el área de la computación", <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170457>, 2019.
- [13] R. L., Glass, V. Ramesh, y I. Vessey. "An Analysis of Research in Computing Disciplines," Indiana University, USA. Sprouts: Working Papers on Information Systems, 4(23). <http://sprouts.aisnet.org/4-2>, 2004.
- [14] Y., Feng, Q., Zhu, and K.-H. Lai, "Corporate social responsibility for supply chain management: A literature review and bibliometric analysis", J. Clean. Prod. 158, pp. 296–307, doi:10.1016/j.jclepro.2017.05.018, 2017. <https://research.polyu.edu.hk/en/publications/corporate-social-responsibility-for-supply-chain-management-a-lit>
- [15] W., Bramer y P. Bain, "Actualización de estrategias de búsqueda para revisiones sistemáticas mediante EndNote", Revista de la Asociación de Bibliotecas Médicas, 105 (3), pp.285-289. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/%20articles/PMC5490709>, 2017.
- [16] Web de Ediciones Legales. "Ley Orgánica de Educación Superior Ecuador". (Ley 200016, R.O. 77, 15-V2000) ,2015 <https://www.uteq.edu.ec/lotaip/lotaip/pdf/literala2/REGLAMENTOSYLEYESEXTERNAS/LEY-ORGANICA-DE-EDUCACION-SUPERIOR.pdf>

<https://doi.org/10.47460/minerva.v1iSpecial.82>

# Protección de datos para el uso de bring your own device

García Suarez Yaira Anabel  
<https://orcid.org/0000-0002-4204-1981>  
e1313676312@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Arteaga Lucas Kassandra Elizabeth  
<https://orcid.org/0000-0002-9545-1212>  
e1313827592@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Castillo Bravo Eliecer Francisco  
<https://orcid.org/0000-0003-0108-7526>  
eliecer.castillo@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Zambrano Villegas Yenny Alexandra  
<https://orcid.org/0000-0002-4203-5848>  
yeny.zambrano@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Mendoza Navarrete Martha Lorena  
<https://orcid.org/0000-0001-9135-5963>  
martha.mendoza@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone – Ecuador

Recibido(20/06/2022), Aceptado(31/09/2022)

**Resumen.** - Bring Your Own Device (BYOD), en español "trae tu propio dispositivo" se trata de una política empresarial que aporta flexibilidad y productividad en los colaboradores de las compañías, organizaciones o establecimientos que la adoptan. En este trabajo se efectuó un estudio con el objetivo de conocer el uso de manera formal de los dispositivos móviles personales para actividades laborales, utilizando técnicas de recolección como encuestas y entrevistas. En este sentido, se analizó si las personas emplean o no de manera oficial el BYOD, los principales resultados mostraron que un importante número de trabajadores si emplea la tendencia de forma informal, desde su smartphone, mientras que otros no lo están usando, pero tienen la disponibilidad de hacerlo. Finalmente, se propone elaborar un plan de acción que ayude en la utilización del Bring Your Own Device con la protección de datos y mitigación en la pérdida de la información adecuadas.

**Palabras clave:** Bring Your Own Device (BYOD), seguridad móvil, protección de datos.

## Data protection for the use of bring your own device

**Abstract.** - Bring Your Own Device (BYOD), in Spanish "bring your own device" is a business policy that provides flexibility and productivity to the employees of the companies, organizations, or establishments that adopt it. In this work, a study was carried out with the objective of knowing the formal use of personal mobile devices for work activities, using collection techniques such as surveys and interviews. In this sense, it was analyzed whether or not people officially use BYOD, the main results showed that a significant number of workers use the trend informally, from their smartphone, while others are not using, but they have the availability to do so. Finally, it is proposed to develop an action plan that helps in the use of Bring Your Own Device with adequate data protection and mitigation in the loss of information.

**Keywords:** Bring Your Own Device (BYOD), mobile security, data protection.



## I. INTRODUCCIÓN

Bring Your Own Device es una política empresarial que le permite a los trabajadores utilizar su dispositivo móvil para acceder a las fuentes de datos corporativas, como correos electrónicos, datos empresariales, entre otros. El riesgo de perder datos e información valiosa al momento de utilizar BYOD, hace que las empresas, instituciones y organizaciones no quieran adoptar Bring Your Own Device, pero un arma valiosa es la seguridad de la información que ayuda a mitigar los riesgos que afectan la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los recursos de Tecnología de la Información (TI) [1].

Según el Ministerio de Telecomunicaciones, tres de cada diez ecuatorianos tienen un smartphone y el 90,8% tiene acceso a la tecnología móvil 3G y 4G, pero es común que estos sean vistos como un dispositivo de comunicación e incluso de entretenimiento, y en algunas compañías los consideren como distractores. En este sentido, uno de los principales desafíos para las empresas es aprovechar esa tecnología en lugar de aislarla, ya que puede constituir un activo importante para su operación, tanto en productividad como en infraestructura. La tendencia Bring Your Own Device se ha mantenido latente en los últimos años [2].

La implementación de Bring Your Own Device requiere de un análisis de todos los departamentos y responsabilidades de los empleados, y luego decidir que recursos son accesibles mediante dispositivos móviles, incorporar medidas de seguridad para cubrir una variedad de dispositivos móviles contra amenazas y ataques, por último, capacitar y educar a los empleados sobre la seguridad BYOD, las soluciones implementadas y el cumplimiento de las políticas de seguridad es fundamental [3].

Este trabajo se centró en conocer el uso de Bring Your Own Device en el Hospital Napoleón Dávila Córdova del Cantón Chone siendo el principal problema la protección de los datos. En este apartado se muestran cinco secciones: la introducción; el desarrollo donde esta una breve descripción de BYOD y protección de datos; la metodología utilizada para la investigación; la explicación de los resultados obtenidos con un plan de acción para implementar Bring Your Own Device de forma segura; finalmente, se indican las conclusiones en base al análisis del hallazgo.

## II. DESARROLLO

Bring Your Own Device es una iniciativa relativamente nueva, adoptada por empresas que permiten que sus colaboradores utilicen dispositivos móviles privados (pueden ser teléfonos inteligentes, tabletas y computadoras portátiles e incluso pueden incluir dispositivos de Internet de las cosas (IoT), que son integrados a la red empresarial) para completar el trabajo de una manera conveniente y flexible [4]. La política BYOD trae consigo un impacto positivo tanto a la empresa como a los colaboradores, los principales beneficios de BYOD son: aumenta la productividad y la satisfacción laboral de los colaboradores; mejora la eficiencia de los empleados; mejora la movilidad de los dispositivos y aumenta la accesibilidad y flexibilidad laboral; ahorra coste de organización mediante reducción de los gastos de TI en la provisión de dispositivos, software y mantenimiento; al utilizar sus propios dispositivos, el empleado se cuidará y cumplirá con las políticas y prácticas de seguridad, que se encuentren establecidas en la empresa, organización o institución [5].

Las empresas, organizaciones e instituciones dependen absolutamente de sus programas de TI para capturar, almacenar, procesar y distribuir su información, y con la llegada de BYOD ha aumentado el riesgo en la pérdida de datos, la seguridad de la información es la disciplina necesaria para mitigar los riesgos que afectan la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los recursos de TI [6].

Si no se puede tener un buen control acerca de los riesgos estos se convierten en amenazas que se pueden materializar, entre las principales están:

- Malware: Un dispositivo infectado con algún software malicioso puede conducir a la fuga de información confidencial, el uso de servicios adicionales como llamadas y envío de mensajes de texto no programados, interrupción parcial o completa del correcto funcionamiento del dispositivo.
- Spam: Mensajes de correo electrónico no deseado que se reciben de fuentes desconocidas los cuales generan consumo del dispositivo en recursos como ancho de banda y memoria.

- Phishing: Esto puede llegar a presentar a través de un correo electrónico o un mensaje de texto para engañar al usuario e ingresar a un sitio web falso solicitándole información sensible de la organización.
- Bluetooth y Wi-Fi: Al conectarse a diferentes redes o compartir archivos el dispositivo puede verse fácilmente infectado lo cual daría paso a la interceptación de datos que viajan desde o hacia los dispositivos móviles.
- Amenazas persistentes avanzadas: Es una amenaza inteligente y cuidadosa que la utilizan con el fin de extraer y filtrar datos confidenciales importantes de las empresas.
- Ingeniería social: Manipulan a la víctima para obtener información acerca del sistema para proceder con sus objetivos de extraer o compartir los datos de la empresa.

La protección de los datos hace referencia a la seguridad, buenas prácticas y principios elementales para salvaguardar la información de una determinada persona ya sea en su vida privada o pública [7]. En otras palabras, se refiere a los derechos fundamentales de las personas, es decir, el individuo decide si desea o no compartir ciertos datos, quién puede tener acceso a los mismos, por cuánto tiempo, por qué razones, tener la posibilidad de modificarlos y mucho más. Y para esto un aspecto muy importante es que se deben considerar las obligaciones legales y éticas [8].

Se consideran medidas de seguridad existentes a redes privadas virtuales (VPN), firewall y filtrado de correo electrónico, que son ideales para proteger los recursos dentro de las redes y cuando los dispositivos móviles ya están involucrados en BYOD antes de la aplicación de políticas formales [9]. Las VPN facilitan las conexiones de red exclusivas con los dispositivos y permiten el acceso a los recursos en un entorno controlado, mientras que los cortafuegos protegen las redes al monitorear el tráfico de la red y negar el acceso a solicitudes sospechosas y por último el filtrado de correo electrónico detecta y advierte a los usuarios de los correos electrónicos infectados. Los dispositivos móviles pueden sincronizar aplicaciones de correo electrónico, lo que beneficia al dispositivo cuando el filtrado de correo electrónico está activo [10].

### III. METODOLOGÍA

Se obtuvo información del personal que labora en el Hospital Napoleón Dávila Córdova del Cantón Chone, para establecer la muestra para las técnicas de recolección.

**Tabla 1.** Personal del Hospital Napoleón Dávila Córdova del Cantón Chone.

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
• GERENTE	1
• ADMINISTRATIVOS	67
• ENFERMEROS/AS	400
• MÉDICOS	116
<b>TOTAL</b>	<b>584</b>

Se utilizó la fórmula de población finita para obtener el tamaño de la muestra. Esta fórmula se aplicó por motivo de que la población es menor a 100.000 habitantes.

$$n = \frac{(Z)^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde  $n$  = Tamaño de la muestra,  $N$  = Tamaño de la población. (584),  $p$  = Probabilidad a favor. (0,5),  $e$  = Error de muestra. (10%=0,1),  $q$  = Probabilidad en contra. (0,5),  $Z$  = Nivel de confianza. (90%=1,64). Obteniendo un valor de  $n=60$  para la muestra. La muestra seleccionada estuvo compuesta por 1 gerente, 6 personas del área administrativa, 41 enfermeras y 12 médicos.

Se utilizó el método bibliográfico para la revisión profunda de investigaciones realizadas, el analítico para seleccionar contenidos relevantes de investigaciones verídicas referente al tema planteado, el inductivo ayudó a concluir gracias al dominio del tema, el deductivo para realizar una posible propuesta, el de campo porque fue necesario ir hasta el hospital para realizar el estudio y el sintético se lo utilizó para considerar cada información relevante y hallazgo como un todo para realizar el resumen de la investigación. En la recolección de la información se utilizaron técnicas como la encuesta y entrevista, la primera para conocer el uso del dispositivo móvil personal para las actividades laborales con un cuestionario de diez preguntas variadas y la segunda se realizó a la gerente y al director de Tecnología de la Información para conocer el uso formal de BYOD.

#### IV. RESULTADOS

A continuación, se presenta un diagrama de barras con los porcentajes mayoritarios obtenidos en cada una de las diez preguntas aplicadas en la encuesta.

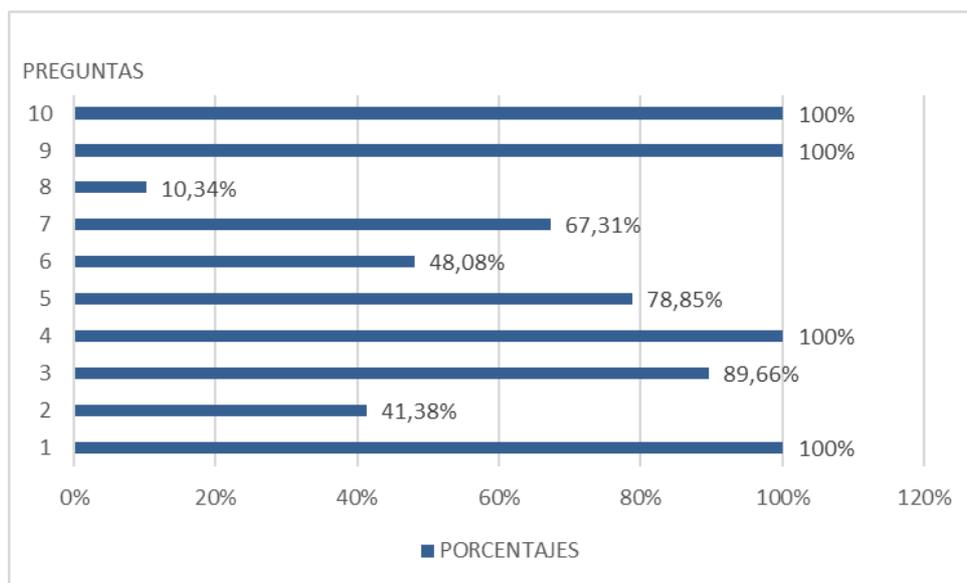
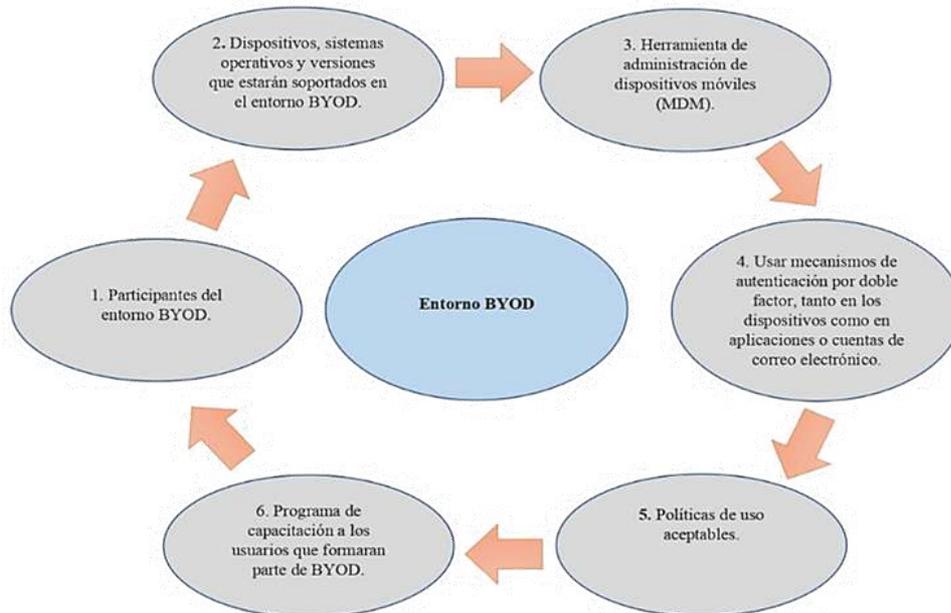


Fig. 1. Diagrama de respuestas con su porcentaje mayoritario.

El ítem 1 de la encuesta, corresponde a la totalidad del uso de un dispositivo móvil inteligente, mientras que el ítem 2 muestra la prevalencia del sistema operativo android, por otro lado el ítem número 3 a la utilización del móvil personal en lo laboral, el siguiente a la no utilización de protocolos de seguridad, el 5 al consentimiento del uso del smartphone para el trabajo por parte del departamento de TI, seguidamente en el ítem 6 la frecuencia de la utilización del móvil en lo laboral correspondiente a 4 horas diarias, en el 7 el principal problema que han presentado ha sido el ataque de phishing. Finalmente, desde el ítem 8 se les atribuye a las personas que contestaron que no usan el móvil personal para laborar, en el 9 manifestaron que no lo hacen por el miedo a la posibilidad de comprometer los datos, y en el 10 aceptaron que con un plan de seguridad lo harían.

En la entrevista realizada a la gerente y director de TI ambos manifestaron que en esta casa de salud no hacen uso de BYOD como tal, pero que si sería factible su implementación por las visitas del Ministerio de Salud y si estaría establecido BYOD podría acelerarse el trabajo usando directamente el móvil y de la misma manera el personal tendría mayor flexibilidad a la hora de laborar por el tamaño del dispositivo. En base a estos resultados se propone un plan de acción que ayude a proteger los datos cuando se vaya a utilizar el Bring Your Own Device (Figura 1).



**Fig. 2.** Pasos para la implementación de BYOD

#### A. Participantes del entorno BYOD

Como es una tendencia relativamente nueva, es importante delimitar las personas que entrarán al entorno BYOD, en este caso se podrían considerar a 60 colaboradores del Hospital Napoleón Dávila Córdova del Cantón Chone que cumplan con las especificaciones necesarias en sus móviles personales, empezando como una prueba piloto para ir monitoreando su funcionamiento.

#### B. Dispositivos, sistemas operativos y versiones que estarán soportados en el entorno BYOD.

En el entorno BYOD se deben considerar dispositivos con sistemas operativos y versiones que reciban actualizaciones para mejoras en el funcionamiento y en la seguridad del software permitiendo solucionar errores y vulnerabilidades, se pueden considerar; móviles con Android hasta Android 12; móviles con iOS hasta iOS 15.

#### C. Herramienta de administración de dispositivos móviles (MDM)

Es importante tener el entorno de trabajo BYOD controlado, una de las opciones recomendadas para minimizar riesgos es implementar un sistema que permita gestionar y administrar los dispositivos móviles (Mobile Device Management o MDM). Existen muchas herramientas en el mercado que realizan esta función, pero en este caso se recomienda a Mobile Device Manager, porque permite lo siguiente:

Gestión de dispositivos móviles que permite:

- Agregar dispositivos rápidamente: brinda la facilidad de agregar múltiples dispositivos móviles simultáneamente.
- Dashboard intuitivo: permite ver el ecosistema de dispositivos disponibles en la institución.
- Perfiles de configuración: configuración de perfiles para imponer políticas tales como WIFI y VPN.
- Vigila los activos: permite el seguimiento completo de la visibilidad de los dispositivos en la red.

Gestión de aplicaciones:

- Fácil distribución de aplicaciones: distribuye y administra aplicaciones internas y de la tienda iOS, Android, Mac OS, Chrome OS y Windows.
- Permite solo las aplicaciones aprobadas en los dispositivos: con un modo Kiosco bloquear dispositivos para ejecutar una sola aplicación o un conjunto de aplicaciones.
- Gestiones el inventario de aplicaciones: con esta opción se obtiene los datos detallados y permite administrar licencias de aplicaciones en dispositivos móviles.
- Separa las aplicaciones corporativas de las personales: mantiene la integridad de los datos en los dispositivos separando los perfiles de trabajo de la empresa de los perfiles personales.

Permite gestionar la seguridad de la siguiente manera:

- Realiza acciones como limpieza de datos, bloqueo remotos e informe.
- Permite acceder de una manera rápida y segura a los emails de la empresa.
- Acceso seguro a la red con los permisos de uso de los dispositivos según el rol y acceso selecto a cuentas corporativas.

#### D. Mecanismos de autenticación por doble factor

Para aumentar la seguridad del entorno BYOD en el Hospital Napoleón Dávila Córdova del cantón Chone la autenticación por doble factor cumple un rol fundamental, el colaborador al ingresar a la aplicación de trabajo debe autenticarse. Estos son los pasos para la autenticación por doble factor.

- Se solicita al colaborador acceder a las aplicaciones de la empresa.
- El colaborador ingresa su nombre de usuario y la contraseña, con lo que cumple con el primer factor de seguridad.
- Después de que la aplicación reconoce al colaborador, se le solicita que inicie el segundo paso del proceso de acceso. En esta etapa el colaborador debe probar que tiene algo, ya sea una tarjeta de identificación o un teléfono inteligente, para cumplir el segundo factor de seguridad.
- En la mayoría de los casos se le puede enviar a los colaboradores un código de acceso de seguridad único que pueden usar para confirmar su identidad.
- Finalmente, el colaborador ingresa la clave de seguridad y, después de que la aplicación la haya autenticado, se le otorga acceso.

#### E. Políticas de uso aceptable

Las políticas de uso aceptable que se pueden considerar en un principio para implementar BYOD en el Hospital Napoleón Dávila Córdova, van a ayudar a controlar la seguridad de los datos, estas pueden ser: Políticas en caso de robo o pérdida del dispositivo móvil.

- Si el dispositivo móvil es robado o perdido automáticamente se debe realizar un borrado de datos remoto al contenedor BYOD de manera inmediata.
- Mantener siempre encendido la localización mediante GPS, wifi o la información de la antena de telefonía con la que esté conectado el dispositivo.
- Tener siempre activado el bloqueo de pantalla del terminal. En caso contrario se bloqueará de manera remota.

Políticas para el control del acceso a la red.

- El acceso a la red corporativa a través de dispositivos personales debe estar integrado en el sistema de control de accesos (autenticación, doble factor). De esta forma el empleado debe acreditar su identidad antes de acceder a los servicios de la red corporativa.
- Proporcionar a los colaboradores acceso mediante red privada virtual (VPN).

Políticas de uso de dispositivos manipulados.

- Los dispositivos rooteados (Android) o con Jailbreak (iOS) tienen estrictamente prohibido acceder a la red.
- Los dispositivos móviles que no están en la lista de los dispositivos compatibles de la institución no pueden conectarse a la red.

Políticas para el uso del móvil en horarios de oficina.

- El dispositivo BYOD será monitorizado en horas laborables dependiendo del contrato de trabajo establecido.
- El dispositivo BYOD debe tener encendido el antivirus en horarios laborales.

Políticas de gestión de contraseñas para el entorno BYOD.

- Las contraseñas de los dispositivos BYOD deberán ser mayor o igual a ocho caracteres.
- Tener una combinación de números, letras minúsculas y mayúsculas, incluir caracteres especiales.
- Las contraseñas se rotarán cada 90 días y la nueva contraseña no puede ser una de las 15 contraseñas anteriores.

Políticas para realizar copias de seguridad.

- Deben realizarse copias de seguridad diarias en cada uno de los contenedores de los dispositivos BYOD.
- El departamento de Tic es responsable de hacer copias de seguridad de los datos de los dispositivos, pero solo se permite usar un disco duro encriptado.

Políticas de aplicaciones permitidas.

- El director de Tic será el encargado de definir las aplicaciones con las que se va a trabajar en el entorno BYOD.

Políticas de seguridad del dispositivo.

- El dispositivo que este inactivo durante 5 minutos deberá bloquearse automáticamente.
- Después de 5 intentos fallidos de inicio de sesión al entorno BYOD, se bloqueará y deberá comunicarse con el departamento de Tic para su recuperación.
- Los dispositivos BYOD deberán estar protegidos mediante métodos de autenticación por doble factor, por ejemplo, claves, lectores biométricos, SMS, email, etc.

Políticas para el usuario BYOD.

- El usuario será responsable exclusivo de mantener a salvo su identificación que le permita acceder al entorno BYOD.

- El perfil asignado es de uso único al responsable, si llegase a compartir o difundir su identificador será penalizado
- En caso de que se violen las políticas, el usuario no podrá acceder al espacio de trabajo BYOD y debe pasar por un proceso con el departamento de Tic's para proceder al desbloqueo.
- El usuario tiene prohibido copiar y pegar contenido entre el espacio de trabajo corporativo y personal.
- El usuario no podrá permitir el acceso al contenedor de trabajo BYOD a terceros.
- Cuando el usuario usa BYOD, debe tener la precaución de que los datos no sean leídos por personas no autorizadas.
- El usuario no podrá descargar software sin licencias en el contenedor.
- El usuario está de acuerdo en que el espacio de trabajo creado en su dispositivo será monitorizado en horas laborables.
- El usuario solo tendrá acceso al entorno de trabajo BYOD cuando se conecte a la red empresarial destinada al ambiente Bring Your Own Device.
- El usuario está de acuerdo que si el dispositivo móvil es robado o perdido automáticamente se debe realizar un borrado de datos remoto al contenedor BYOD de manera inmediata.
- El usuario tiene que asistir a las reuniones de capacitación antes de entrar al ambiente BYOD y después mensualmente.
- Si el usuario BYOD cesa sus funciones en la institución su perfil y rol será eliminado, y se realizará un borrado de información en el entorno de trabajo de manera inmediata.
- El usuario deberá notificar al responsable de seguridad antes de eliminar, vender o entregar el dispositivo BYOD a terceros para su reparación.
- El usuario no podrá descargar e instalar software que estén en la lista de aplicaciones prohibidas para BYOD dentro del contenedor.
- El usuario es el encargado de utilizar su dispositivo de manera ética en todo momento y se adhiera a las políticas de uso aceptable.
- El usuario es personalmente responsable de todos los costos asociados con su dispositivo.

Políticas para el cumplimiento de la Normativa.

- Se asegurará que los empleados conocen la normativa corporativa y se comprometen a cumplirla antes de la incorporación de sus dispositivos personales al entorno de trabajo.

F. Programa de capacitación a los usuarios que formaran parte de BYOD.

Es importante un exitoso programa de capacitación BYOD, ya que puede significar la diferencia entre una fuerza de trabajo más productiva y una violación de datos desafortunada. La mejor manera de comunicar con claridad sus políticas para todas las partes es mediante la inversión en la formación de los empleados mediante cursos. Es por eso que se debe realizar seminarios de capacitación regulares, crear una guía detallada o programar sesiones. La formación permite a los empleados utilizar sus dispositivos de forma segura y eficaz y los educa sobre los riesgos de las personas y de toda la institución de no cumplir.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis de los resultados obtenidos gracias a las encuestas y entrevistas, se concluye que en el hospital Napoleón Dávila Córdova del cantón Chone el término Bring Your Own Device no es conocido del todo, sin embargo, hacen uso del dispositivo móvil para laborar en una mayoría. La respuesta de los encuestado permitió comprender la importancia de contar con un protocolo de seguridad que proteja los datos al momento de laborar con el smarthpone, porque el desconocimiento de los riesgos puede llegar a materializar la pérdida de información.

Por otro lado, es importante realizar un diagnóstico profundo de las áreas que van a formar parte del entorno BYOD y con ello que tipo de sistemas operativos usan en sus móviles personales para determinar si poseen las características necesarias, definir los roles y perfiles de los seleccionados, crear usuarios únicos y políticas de uso aceptable para el compromiso de los participantes de esta tendencia. Por lo antes explicado, se realizó un plan de acción para implementar Bring Your Own Device de manera segura en el hospital Napoleón Dávila Córdova del cantón Chone, mismo que puede ser usado y adaptado a las necesidades de la Institución. El principal objetivo de este plan es proteger los datos cuando se use el móvil para laborar sin pasar por alto la intimidad del propietario.

## REFERENCIAS

- [1] B. Alotaibi y H. Almagwashi, «Una revisión de los desafíos y las soluciones de seguridad de BYOD,» IEEE, p. 6, 2018.
- [2] Revista Transformación Digital, «Los peligros del Bring your own device (BYOD),» 2021. [En línea]. Available: <https://www.revistatransformaciondigital.com/2021/06/16/los-peligros-del-bring-your-own-device-byod/>.
- [3] T. W. Ahmad , A. Mendoza y K. Gray, «Desafíos y soluciones de seguridad para el hospital "Traiga su propio,» JMIR MHEALTH Y UHEALTH, vol. 8, p. 13, 2020.
- [4] C. Galván, «Bring Your Own Device (BYOD) en el ámbito de la salud,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.hospitalitaliano.org.ar/#!/home/infomed/noticia/131102>.
- [5] K. Downer y M. Bhattacharya, «Seguridad BYOD: un nuevo desafío empresarial,» IEEE International Conference on Smart City/, p. 6, 2016.
- [6] E. Gil, Big data, privacidad y proteccion de datos., Mdrid: IMPRENTA NACIONAL DE LA AGENCIA ESTATAL, 2016.
- [7] L. Mejía, «Diferencia entre privacidad de datos y seguridad de datos,» 2021. [En línea]. Available: <https://escuelasciberseguras.com/blog/diferencia-entre-privacidad-de-datos-y-seguridad-de-datos/>.
- [8] J. P. Murga Fernández, Protección de datos, responsabilidad activa y técnicas de garantía, Reus, 2018.
- [9] G. Peter, Seguridad de dispositivos móviles y BYOD, John Wiley & Sons, Ltd, 2011.
- [10] A. Sara, Q. Muhammad y A. Abdul, «Analysis of BYOD security frameworks,» 2015. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/304406382\\_Analysis\\_of\\_BYOD\\_security\\_frameworks](https://www.researchgate.net/publication/304406382_Analysis_of_BYOD_security_frameworks).
- [11] Revista Transformación Digital, «Los peligros del Bring your own device (BYOD),» 2021.
- [12] F. Rivadeneira y G. Rodriguez, «Traiga su propio dispositivo: una encuesta de amenazas y modelos de gestión de seguridad,» Revista Internacional de Negocios Electrónicos, p. 15, 2018.
- [13] B. Alotaibi y H. Almagwashi, «Una revisión de los desafíos y las soluciones de seguridad de BYOD,» IEEE, p. 6, 2018.
- [14] J. Choi, «Detección de dispositivos BYOD mal configurados en redes Wi-Fi,» Ciencias Aplicadas, p. 16, 2020.
- [15] C. Tamayo y I. Silva , «TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE DATOS,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>.
- [16] J. L. Abreu, «El Método de la Investigación,» 2014.
- [17] Microsoft, «[www.microsoft.com/](https://www.microsoft.com/),» 2019. [En línea]. Available: <https://www.microsoft.com/es-es/microsoft-365/business-insights-ideas/resources/how-mobile-data-protection-can-help-keep-intruders-out>.



Ecuatoriana, recientemente graduada de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con experiencia en proyectos de vinculación, investigativos y ponencias.



Ingeniera en Sistemas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con experiencia de asistente de procesos académicos escolares para aportar beneficios en la construcción progresiva del saber en el alumnado.



Ecuatoriano nacido en Chone, Ecuador. Licenciado en Ciencias de la Educación mención Computación, Comercio y Administración de la institución que actualmente trabaja y con Maestría en Pedagogía de la Universidad Técnica Particular de Loja. Actualmente se desempeña como docente y presidente de la Comisión de Vinculación de la ULEAM Extensión Chone.



Ecuatoriana, nacida en Chone, Manabí. Licenciada en Ciencias de la Educación mención Físicas y Matemáticas. Magister en Educación y Desarrollo Social, especialista en Diseño Curricular por competencias. Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, actualmente Decana de la ULEAM extensión Chone.



Ecuatoriana, nacida en Chone, Manabí. Licenciada en Ciencias de la Educación especialidad Comercio y Administración. Magister en Docencia Mención Gestión en desarrollo del currículo. Actualmente se desempeña como Coordinadora del Área Técnica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

# Estudio comparativo de las modalidades de aprendizaje presencial y virtual

Rita Ramona Salvatierra Vera  
<https://orcid.org/0000-0001-9971-4203>  
rita.salvatierra@uleam.edu.ec  
Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí  
Manabí-Ecuador

Tatiana del Rocío Barreiro Zambrano  
<https://orcid.org/0000-0001-8132-7870>  
tatiana.barreiro@uleam.edu.ec  
Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí  
Manabí-Ecuador

Fátima Noralma Saldarriaga Santana  
<https://orcid.org/0000-0002-7121-6584>  
fatima.saldarriaga@uleam.edu.ec  
Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí  
Manabí-Ecuador

Rider Eloy Mendoza Saltos  
<https://orcid.org/0000-0003-3520-3628>  
rider.mendoza@uleam.edu.ec  
Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí  
Manabí-Ecuador

Marcelo Alcívar Vera  
<https://orcid.org/0000-0002-9228-4738>  
marcelo.alcivar@uleam.edu.ec  
Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí  
Manabí-Ecuador

Recibido (05/07/2022), Aceptado (24/10/2022)

**Resumen.** - En este trabajo se presenta un análisis del rendimiento académico presentado en estudiantes universitarios entre los períodos previos a la pandemia por COVID 19 y el período de la pandemia. Se analizan diferentes materiales científicos de la base de datos Scopus, con el fin de reconocer los posibles factores que podrían alterar la motivación escolar y en consecuencia el promedio de calificaciones. Se analizan además las calificaciones de estudiantes en ocho asignaturas. Los principales resultados muestran que no es posible establecer un criterio único para poder reconocer las razones que hacen que los jóvenes bajen sus calificaciones, además se pudo observar que las metodologías de enseñanza son fundamentales para las mejoras del proceso de aprendizaje.

**Palabras clave:** Educación online, educación presencial, metodologías de enseñanza.

## Comparative study of face-to-face and virtual learning modalities

**Abstract.** - This paper presents an analysis of the academic performance presented in university students between the periods prior to the COVID-19 pandemic and the period of the pandemic. Different scientific materials from the Scopus database are analyzed, in order to recognize the possible factors that could alter school motivation and consequently the grade point average. The grades of students in eight subjects are also analyzed. The main results show that it is not possible to establish a single criterion to be able to recognize the reasons that make young people lower their grades, in addition, it was observed that teaching methodologies are essential for improvements in the learning process.

**Keywords:** Online education, face-to-face education, teaching methodologies.

## I. INTRODUCCIÓN

Es notoria la gran incidencia que ha tenido la pandemia del COVID-19 en la adopción de enfoques digitales dentro de las dinámicas educativa [1]. A pesar de que la transformación digital se ha venido gestando como un proceso natural dentro de prácticamente todas las esferas sociales, fue a causa de la pandemia de 2019, que su adopción e implementación en los sistemas educativos a nivel mundial se vio acelerada de manera drástica, convirtiéndose en una de las pocas alternativas que poseían los entes educativos para mantener la continuidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje cuando la presencialidad de los estudiantes en las aulas no resultaba posible [2]. Esta adopción, obligada por las circunstancias sanitarias, ha resultado en que, incluso en estos momentos de transición hacia una normalidad social postpandemia, las herramientas y los enfoques digitales ya sean parte de la estructura metodológica de muchos centros educativos de todo nivel y que aún se estén afinando las prácticas metodológicas que exploten el potencial de las mismas [3].

Esta afirmación se hace aún más evidente en las casas de educación superior. Las universidades a nivel mundial tuvieron que buscar alternativas digitales para enfrentar el aislamiento social producto de las políticas de confinamiento que adelantaron la mayoría de los países en el mundo. Estas circunstancias impusieron la necesidad de adaptar al formato digital una mayor cantidad de cursos en comparación a los que se ofertaban con anterioridad en los planes curriculares, lo que a su vez provocó una transición, en muchos casos apresurada y desigual de parte del profesorado hacia el uso de herramientas y metodologías propias de medio digital [4]. Los profesores entonces se enfrentaron tanto a las exigencias propias de los cursos que debían ser impartidos, manteniendo los estándares de calidad exigidos por las universidades, como también con las expectativas de los entes reguladores de sus respectivas naciones. De igual manera, la población estudiantil tuvo también que cambiar las rutinas preexistentes antes de la pandemia a nuevos enfoques donde la autoadministración del tiempo y de las aproximaciones metodológicas de estudio estaban en mayor medida bajo su responsabilidad [5].

Ya con la experiencia alcanzada durante el período más intenso de la pandemia del COVID-19, las universidades han volcado la experticia obtenida hacia el objetivo de mantener, e incluso incrementar, una mayor oferta digital de programas educativos, sin menoscabo de su calidad [6]. Como supondría esperarse, cada curso, dependiendo de su contenido, puede necesitar utilizar tales o cuales herramientas digitales, lo que equivale a decir que, el empleo de ciertas metodologías y de ciertos recursos digitales siempre estarán en función de las necesidades de enseñanza-aprendizaje que requiera cada curso en particular. Es evidente que una clase donde se imparte matemáticas tendría unos recursos y unas metodologías adaptadas al formato digital diferentes en gran medida a las requeridas en el diseño industrial de maquinaria. Sin embargo, existirán puntos de encuentro entre cursos más afines. Incluso se puede pensar y plantearse que, solo al variar la autogestión del tiempo del estudiante para la investigación y el estudio, sin modificar las herramientas disponibles, los resultados podrían ser positivos en la evaluación de ciertos contenidos en contraste con las metodologías tradicionales basadas en la presencialidad de los estudiantes y recursos acordes a esta modalidad [7].

Partiendo de la última hipótesis planteada, en este documento se evaluará a una cierta población universitaria comparando sus resultados tanto en modalidad presencial de la forma que se hacía antes de la pandemia, como en su equivalente utilizando medios digitales. Se partirá de las experiencias recolectadas mediante una investigación bibliográfica recabada para el análisis del caso a estudiar, utilizando la base de datos de MDPI donde se recolectaron las experiencias obtenidas en diversas partes del mundo aplicadas a estudiantes universitarios, identificando paralelismo, consecuencias metodológicas y analizando las conclusiones que de dichas experiencias fueron ser relevantes para este estudio.

## II. DESARROLLO

### A. El escenario prepandémico

La educación antes de la pandemia era preminentemente presencial. Los cursos, incluso si se utilizaban herramientas digitales, se desarrollaban dentro del predominio de la interacción en el aula de clases o en los laboratorios. Independientemente de las metodologías de enseñanza-aprendizaje empleadas, la orientación, la evaluación de contenidos y las horas de consulta se desarrollaban dentro de una interacción cara a cara [8]. Incluso, con la introducción de nuevas dinámicas en el desarrollo de prácticas, bien sean en el aula o dentro de un laboratorio específico, la adopción presentaba una varianza estadística esperada. Tanto los estudiantes como profesores poseían redes de soporte y ayuda que les permitía un sentido de pertenencia a sus instituciones educativas. La programación de deberes y entrega de resultados se desenvolvían dentro de parámetros de alguna forma conocidos. Dentro de esta descripción se puede resumir el nivel de organización de las instituciones y los estudiantes en los planes de estudios que cursaban.

### B. Un factor inesperado

La irrupción de la pandemia de COVID-19 en el plano global supuso un suceso traumático e inesperado que provocó el aislamiento de todos los elementos involucrados en el proceso educativo. Tanto las universidades como los profesores y alumnos, ante la amenaza de un virus mortal, se vieron en la necesidad de adoptar la educación virtual como único recurso. Entre las diversas consecuencias detectadas a nivel mundial de este evento inesperado es que algunas regiones pudieron realizar una transición positiva con mayor rapidez a las nuevas circunstancias que las que pudieron conseguir otras regiones [9]. El acceso a internet y redes de comunicaciones permitieron a ciertas regiones como la europea [10], realizar experimentos de enseñanza-aprendizaje mediante una modalidad completamente virtual. Otras regiones con telecomunicaciones menos desarrolladas tuvieron que emplear tecnologías de segunda generación como la radio o la televisión para mantener cierta continuidad en el proceso educativo. Esto supuso una experiencia nueva tanto para profesores como para los estudiantes, quienes acusaron las consecuencias de trabajar y estudiar en entornos que no les eran habituales [3].

### C. Consecuencias de la transición a la educación virtualizada

Las circunstancias derivadas de la pandemia provocaron que fuese necesario tomar medidas en primera instancia para preservar la continuidad de la educación mediante la utilización de la virtualidad como herramienta de emergencia [11] utilizando redes sociales como Whatsapp, plataformas educativas, o incluso medios de segunda generación, como ya se ha mencionado. Abordada la situación se inició el estudio de las incidencias sobre estudiantes y profesores y de los mecanismos que debían implementarse o desarrollarse para lograr una educación virtual de calidad y que lograse mantener el nivel de logro académico en los estudiantes como se esperaba en una situación semejante al período anterior a la pandemia. Los primeros resultados mostraron que el profesorado no tenía la preparación adecuada para transformar los contenidos de los cursos a una modalidad completamente virtual, una dificultad que derivó en largas jornadas de trabajo, aumento de los niveles de estrés y dificultades tanto con familiares como con estudiantes [9] [12]. Por otra parte, los estudiantes universitarios, en los primeros compases de la pandemia, presentaron altos niveles de desmotivación, cambios de ánimo, estrés, entre otras patologías [13], presentándose que, para los estudiantes de los primeros niveles preferían volver a los cursos presenciales, en cambio los que estaban en los últimos niveles preferían las clases virtualizadas [14].

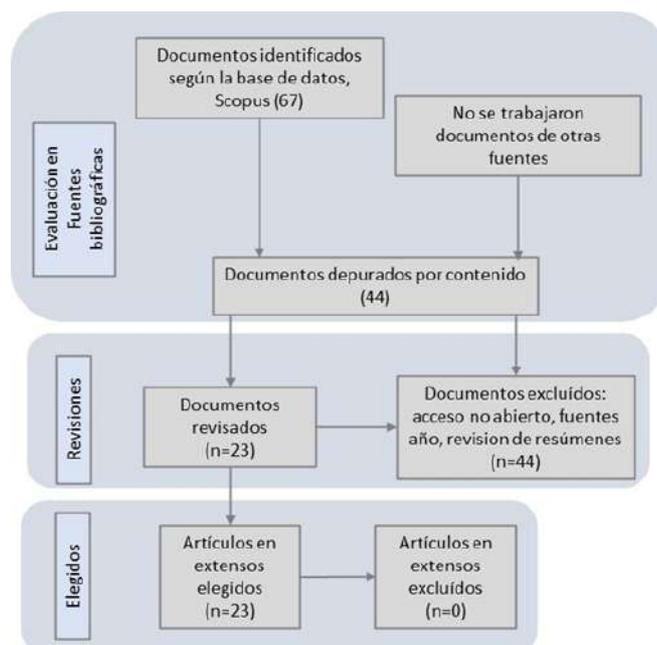
Pasado los primeros meses de pandemia, tanto profesores como estudiantes fueron adaptándose a las nuevas circunstancias y las universidades fueron desarrollando investigaciones que dieron luz a los procesos educativos que se están implementando a nivel global. El primer hallazgo es la aceptación significativa por parte del estudiantado de un sistema mixto como metodología preferida por encima de una estricta virtualidad o una estricta presencialidad, destacando en la flexibilidad del acceso al contenido y los programas [15] y también el apoyo a ciertas actividades de que fomenten el bienestar y la salud de los estudiantes.

Sin embargo, es necesario mencionar que millones de personas quedaron fuera del sistema educativo durante la mayor parte del tiempo en que la pandemia presentaba su fase más aguda. Naciones enteras presentaron enormes dificultades en este sentido y aún en naciones emergentes, los problemas de acceso a internet y a una plataforma de enseñanza limitaron el derecho a la educación de muchos estudiantes. Aún no se ha estimado el impacto de estas circunstancias no se ha evaluado de manera sistemática las consecuencias de la pandemia en los sistemas educativos de la mayoría de los países pobres y emergentes. Por ejemplo, las desigualdades sociales en el Latinoamérica en lo referente al acceso de la educación superior, y las condiciones en las que operan muchas de estas instituciones les limita el abanico de opciones que poseen para poder impartir de forma adecuada los cursos formativos. Por ello, la investigación y evaluación de los procesos educativos en estos institutos superiores podrían permitir la evaluación de las herramientas que poseen, de la formación de los profesores en tecnología y las destrezas y acceso de los estudiantes a recursos digitales y virtuales.

### III. METODOLOGÍA

En este trabajo se realizó una revisión bibliográfica para conocer las diferentes situaciones académicas presentadas durante el período de pandemia, que pudieron haber cambiado el escenario educativo en diferentes regiones del mundo. La revisión bibliográfica arrojó un análisis teórico que permitió definir los criterios para el posterior análisis de contenido.

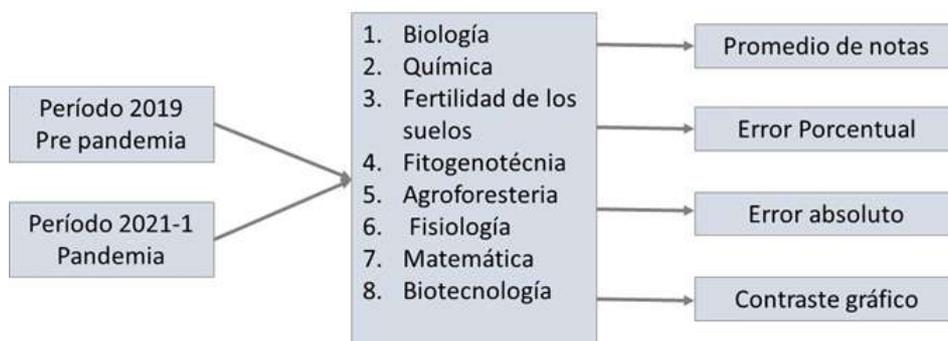
Los aspectos considerados en la revisión bibliográfica se describen en la Fig. 1, donde se puede observar que la principal fuente de información fue Scopus y que se evaluaron trabajos asociados específicamente al tema.



**Fig. 1.** Proceso de selección y revisión de trabajos académicos.

**Fuente:** Los autores.

Además, con la evaluación de estos documentos, se estableció un análisis de contenido de las calificaciones obtenidas en diferentes grupos de estudios en el período previo a la pandemia donde las actividades académicas eran totalmente presenciales, en ocho asignaturas de la carrera de Agropecuaria, para contrastar luego con las calificaciones obtenidas en el período de pandemia donde de forma repentina las actividades tuvieron que asumirse de forma virtual (Fig. 2).



**Fig. 2.** Proceso de evaluación de los períodos pre-pandemia y pandemia, con 8 asignaturas elegidas al azar

**Fuente:** Los autores.

El cálculo de los promedios se realiza con el fin de estimar los errores entre ambos promedios, de manera que sea posible conocer los posibles cambios de rendimiento escolar.

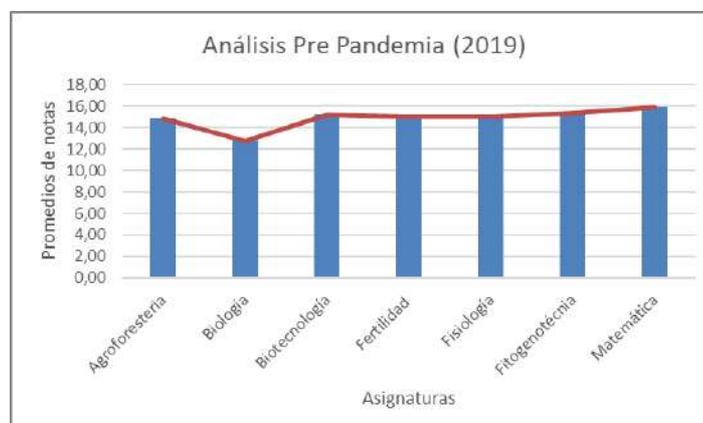
#### IV. RESULTADOS

Se obtuvieron resultados según las calificaciones encontradas en 8 asignaturas, pero además se realizó un estudio para valorar las estrategias metodológicas empleadas.

##### A. Resultados en función a los promedios de notas.

Se evaluaron los resultados académicos en 8 asignaturas, que se impartieron durante el período previo a la pandemia y durante el período de pandemia. Lo que permitió analizar los contrastes presentados en la modalidad presencial (previo a la pandemia) y la modalidad virtual (durante la pandemia).

La Fig. 3 muestra los resultados generales encontrados durante el período previo a la pandemia, donde las actividades académicas se realizaban de manera presencial, y las tutorías y asesorías se daban de forma personalizada, con alta presencialidad en los procesos.

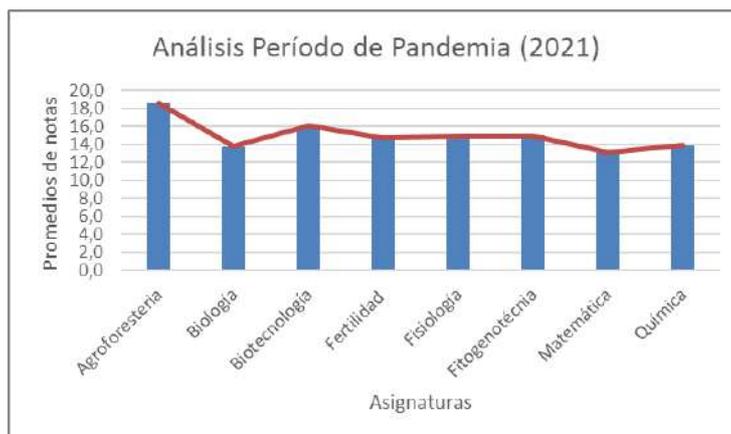


**Fig. 3.** Asignaturas impartidas durante el período anterior a la pandemia (2021-1).

**Fuente:** Elaboración propia, resultados del análisis de contenido

Se observa que el promedio de notas era similar entre las asignaturas impartidas. También se puede mencionar que los docentes asistían a las asesorías y tutorías de forma presencial, pudiendo atender las inquietudes de los estudiantes de forma casi inmediata, con explicación cara a cara, con apoyo de los recursos como papel y lápiz y pizarrón, pudiendo explicar con diferentes metodologías las dudas a los estudiantes.

En la Fig.4 se observan los promedios de notas obtenidos durante el proceso de la pandemia, que condujo a incertidumbres académicas en todo el mundo. Lo inesperado de la pandemia no permitió hacer metodologías ensayadas previamente, tampoco fue posible tener una preparación previa o incluso cursos de formación apropiados para la enseñanza online.

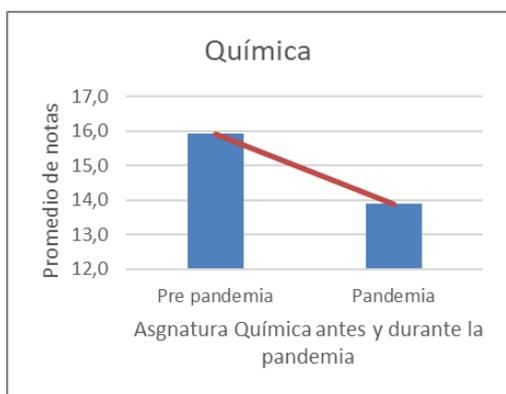


**Fig. 4.** Promedios de notas en las diferentes asignaturas impartidas durante el período de pandemia (2021).

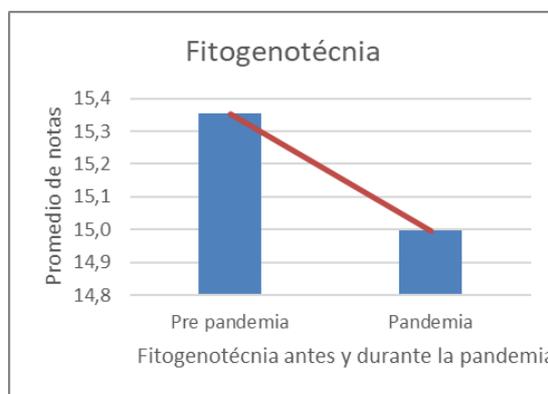
**Fuente:** Elaboración propia, resultados del análisis de contenido.

Se observa que el promedio de notas era similar entre las asignaturas impartidas. También se puede mencionar que los docentes asistían a las asesorías y tutorías de forma presencial, pudiendo atender las inquietudes de los estudiantes de forma casi inmediata, con explicación cara a cara, con apoyo de los recursos como papel y lápiz y pizarrón, pudiendo explicar con diferentes metodologías las dudas a los estudiantes.

En la Fig.4 se observan los promedios de notas obtenidos durante el proceso de la pandemia, que condujo a incertidumbres académicas en todo el mundo. Lo inesperado de la pandemia no permitió hacer metodologías ensayadas previamente, tampoco fue posible tener una preparación previa o incluso cursos de formación apropiados para la enseñanza online.



(a)

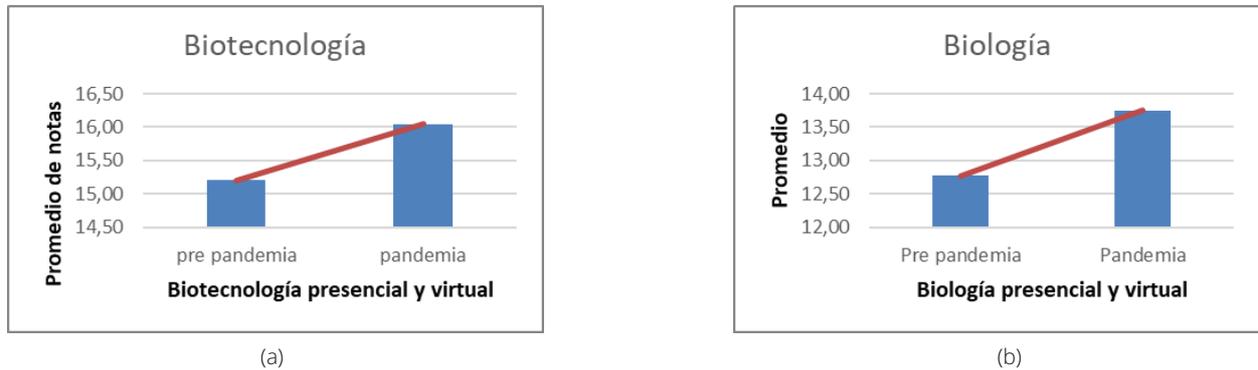


(b)

**Fig. 5.** Comparación de asignaturas de (a) Química y (b) Fitogenotécnica.

**Fuente:** Elaboración propia, resultados del análisis de contenido.

Sin embargo, en la Fig. 6, se puede observar que no todas las asignaturas sufrieron una reducción de promedio de notas, sino que, por el contrario, aumentaron sus puntajes.

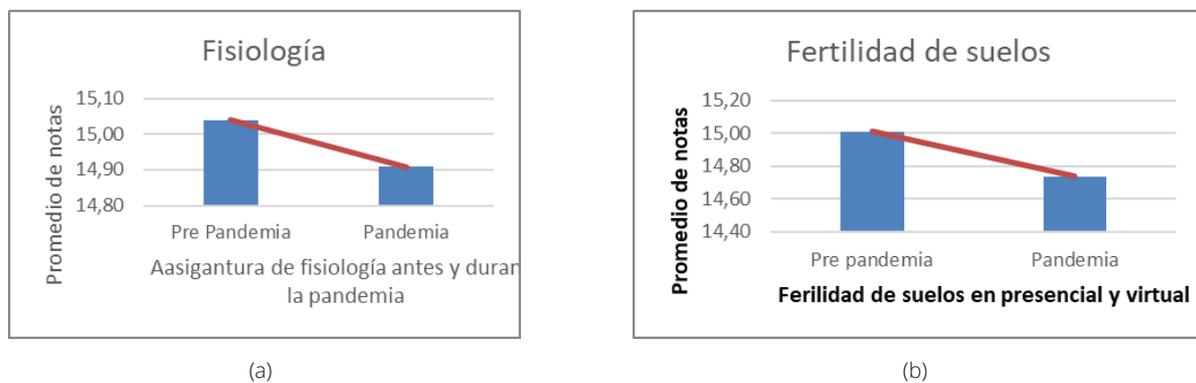


**Fig. 6.** Promedios de notas de las asignaturas de (a) Biotecnología y (b) Biología

**Fuente:** Elaboración propia, resultados del análisis de contenido.

Se pudo constatar que las asignaturas de Biotecnología y Biología presentaron un aumento de promedio de notas, logrando mejorar en el período de pandemia donde las actividades fueron online. En el primer caso, se observó un aumento de 0.85 puntos en el promedio, mientras que, en el segundo caso, el aumento fue de 0.98 puntos con relación al promedio.

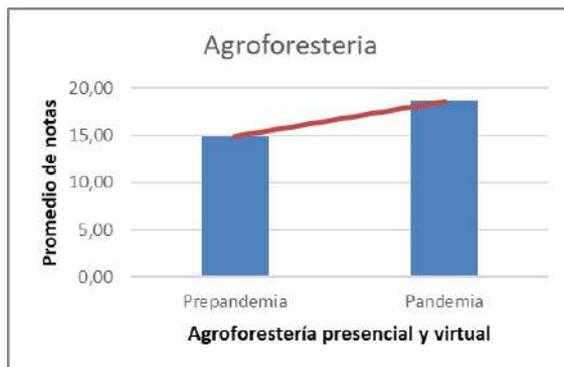
En el caso de las asignaturas de Fisiología (fig.7a) y Fertilidad de los suelos (Fig.7b), se pudo constatar que sufrieron cambios de reducción de las notas en promedio, representando un error de 0.13 en Fisiología y de 0.27 en la materia Fertilidad de los suelos.



**Fig. 7.** Promedios de notas de las asignaturas de (a) Biotecnología y (b) Biología

**Fuente:** Elaboración propia, resultados del análisis de contenido.

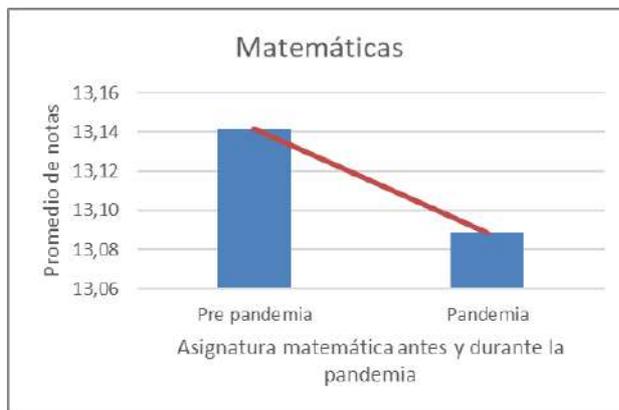
Por otro lado, la materia de Agroforestería (Fig.8), subió el promedio de notas en tiempos de pandemia, logrando una diferencia de puntos de 3.75 puntos, lo que representa la materia con mayor cantidad de crecimiento del promedio en el período de clases virtuales.



**Fig. 8.** Promedios de notas de la asignatura Agroforestería, antes y durante la pandemia, presencial y virtual respectivamente.

**Fuente:** Elaboración propia, resultados del análisis de contenido.

Finalmente, una de las asignaturas más demandada a nivel mundial, es las matemáticas, que representa uno de los retos académicos más complejos en el mundo. Esta asignatura (Fig.9) alcanzó una diferencia de 0.31 puntos entre el período previo a la pandemia y el período de pandemia (presencial y virtual respectivamente).



**Fig. 9.** Promedios de notas de la asignatura matemáticas, antes y durante la pandemia.

**Fuente:** Elaboración propia, resultados del análisis de contenido.

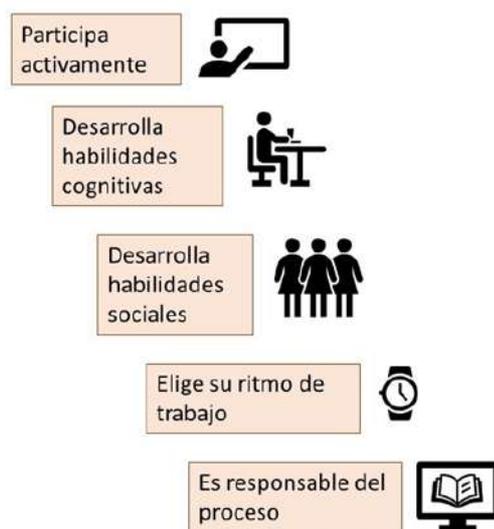
Durante los procesos presenciales de formación académica, se emplean clases y actividades que vinculan al estudiante de forma directa con sus compañeros y docentes, que pueden incluir desde un taller grupal hasta un examen individual de conocimientos, se observó que el rol del estudiante es diferente en la modalidad presencial (Fig.10).



**Fig. 10.** Metodologías de enseñanza en la modalidad presencial.

**Fuente:** Elaboración propia.

A pesar de que en el período de pandemia se tuvieron actividades académicas online, el proceso llevado a cabo para la ejecución de los procesos estudiantiles, fue el mismo que en la modalidad presencial, los estudiantes debían conectarse a una hora específica de clases, el profesor impartía una clase con las mismas características que en la modalidad presencial, y se hacían seguimientos y toma de asistencia con de la misma forma que en la modalidad presencial. Pero nada de esto se corresponde a las teorías internacionales de la modalidad virtual, ya que en la modalidad online es necesario cumplir con lo descrito en la figura 11, que no es precisamente lo que se realizó en el período de pandemia.



**Fig. 11.** Actividades y formas de trabajo de la modalidad online.

**Fuente:** Elaboración propia. Elaboración propia, adaptado de [16].

Se observó que las actividades académicas online estaban regidas por procedimientos tradicionales, donde el docente dirige la clase, el estudiante es pasivo y debe seguir reglas específicas, lo cual no es concordante con la idea de una modalidad online.

## CONCLUSIONES

Partiendo de los resultados encontrados, es posible realizar las siguientes conclusiones:

1. El período de pandemia fue improvisado para todos los sectores académicos del mundo entero, teniendo las instituciones educativas que cerrar sus puertas para atender la enseñanza online, con procesos y metodologías que no estaban preparadas para asumir los retos de la educación virtual.
2. Los estudiantes y profesores presentaron dificultades en el manejo de herramientas digitales, que no eran fáciles de predecir sin preparación previa, lo que produjo un importante inconveniente en las clases virtuales.
3. Los soportes de internet no fueron lo suficientemente eficientes para que estudiantes y docentes en todo el territorio, pudieran mantener la conexión de forma permanente y asegurando la calidad de los procesos de enseñanza.
4. A pesar de que se esperaba que la modalidad presencia arrojara mejores resultados académicos, no fue posible apreciar esta afirmación en todas las asignaturas, ya que, con 8 materias dictadas en ambos períodos, solo 3 lograron aumentar sus promedios, lo cual no es despreciable, dado que aquellas que bajaron sus promedios, solo lograron una diferencia de algunos puntos, que no son muy destacables como se esperaba.

5. Los docentes impartieron asignaturas online, aun cuando el syllabus y las estrategias educativas se mantuvieron constantes en ambos períodos de tiempo.

6. A pesar de que los estudiantes en modalidad online no podían asistir a tutorías con las mismas ventajas que en los momentos presenciales, si fue posible mantener el promedio en todas las asignaturas, ya que el cambio que se observa en unas y otras, no es significativo, tanto para las que aumentaron como para las que subieron el promedio.

7. La bibliografía revisada no permite establecer criterios sólidos y contundentes, que revelen los efectos de la pandemia en los promedios de notas, ya que pueden influir muchos factores para que las asignaturas mantengan sus promedios. Entre estos factores se pudo constatar que los estados emocionales son determinantes, pero también la actitud del estudiante ante los retos, la motivación del docente para cautivar a sus estudiantes, pese a las dificultades del caso.

8. La preparación del docente para la aplicación de nuevas tecnologías y estrategias de enseñanza es fundamental para que los estudiantes mantengan sus calificaciones, pero además para que estos puedan sentirse motivados y acepten los cambios, de manera natural.

9. La modalidad online no se llevó a cabo de la forma como debía ser, sino que se realizó con las mismas ideas de la modalidad presencial, pero de forma remota, lo cual no era favorable ni para el docente ni para el estudiante, y no permitió ampliar los conocimientos ni la autonomía del estudiante.

## REFERENCIAS

- [1] S. Curran, S. Gormally y C. Smith, «Re-Imagining Approaches to Learning and Teaching: Youth and Community Work Education Post COVID-19,» *Education Sciences*, vol. 12, n° 3, pp. 1-14, 2022.
- [2] G. Li, H. Luo, J. Lei, S. Xu y T. Chen, «Effects of First-Time Experiences and Self-Regulation on College Students' Online Learning Motivation: Based on a National Survey during COVID-19,» *Education Sciences*, vol. 12, n° 4, pp. 245-263, 2022.
- [3] N. N. Pokrovskaya, V. L. Leontyeva, M. Y. Ababkova y F. D'Ascenzo, «Regulation of Digital Behavior Models for Knowledge Transfer: Organizational Concerns of Remote Learning,» *Education Sciences*, vol. 11, n° 10, pp. 592-614, 2021.
- [4] C. Papademetriou, S. Anastasiadou, G. Konteos y S. Papalexandris, «COVID-19 Pandemic: The Impact of the Social Media Technology on Higher Education,» *Education Sciences*, vol. 12, n° 4, pp. 261-287, 2022.
- [5] R. Nazempour, H. Darabi y P. C. Nelson, «Impacts on Students' Academic Performance Due to Emergency Transition to Remote Teaching during the COVID-19 Pandemic: A Financial Engineering Course Case Study,» *Education Sciences*, vol. 12, n° 3, pp. 202-215, 2021.
- [6] C. Dubois, A. Vynohradova, A. Svet, R. Eckardt, M. Stelmaszczuk-Górska y C. Schmillius, «Impact of COVID-19 on eLearning in the Earth Observation and Geomatics Sector at University Level,» *Education Sciences*, vol. 12, n° 5, pp. 334-360, 2022.
- [7] D. Bylieva, J.-C. Hong, V. Lobatyuk y T. Nam, «Self-Regulation in E-Learning Environment,» *Education Sciences*, vol. 11, n° 12, pp. 785-807, 2021.
- [8] C. Checa-Morales, C. De-Pablos-Heredero, Y. Guiselli Torres, C. Barba y A. García, «Quantitative Comparison between Traditional and Intensive Face-to-Face Education through an Organizational Model,» *Education Sciences*, vol. 11, n° 12, pp. 820-831, 2021.
- [9] B. C. Colclasure, A. Marlier, M. F. Durham, T. Durham Brooks y M. Kerr, «Identified Challenges from Faculty Teaching at Predominantly Undergraduate Institutions after Abrupt Transition to Emergency Remote Teaching during the COVID-19 Pandemic,» *Education Sciences*, vol. 11, n° 9, pp. 556-589, 2021.
- [10] S. Katic, F. V. Ferraro, F. I. Ambra y M. L. Iavarone, «Distance Learning during the COVID-19 Pandemic. A Comparison between European Countries,» *Education Sciences*, vol. 11, n° 10, pp. 595-612, 2021.

- [11] R. Gonzalez, H. Sørum y K. Raaen, «Emergency Digital Teaching during the COVID-19 Lockdown: Students' Perspectives,» *Education Sciences*, vol. 12, n° 3, pp. 152-168, 2022.
- [12] O. Fernández Aquino, P. Medina Zuta y E. Román Cao, «Remote Teaching in Professor Training: Three Latin American Experiences in Times of COVID-19 Pandemic,» *Education Sciences*, vol. 11, n° 12, pp. 818-843, 2021.
- [13] M. E. Benalcázar, L. Barona, Á. L. Valdivieso, V. H. V. D. Vimos y S. C. J., «Educational Impact on Ecuadorian University Students Due to the COVID-19 Context,» *Education Sciences*, vol. 12, n° 1, pp. 17-34, 2022.
- [14] N. Goyal, A. I. Abdulahad, J. A. Privett, A. Verma, M. Foroozesh y T. S. Coston, «Student Grade Evaluation, Survey Feedback, and Lessons Learned during the COVID-19 Pandemic: A Comparative Study of Virtual vs. In-Person Offering of a Freshman-Level General Chemistry II Course in Summer at Xavier University of Louisiana,» *Education Sciences*, vol. 11, n° 12, pp. 818-829, 2022.
- [15] S. Srinivasan, J. A. Lopez Ramos y N. Muhammad, «A Flexible Future Education Model-Strategies Drawn from Teaching during the COVID-19 Pandemic,» *Education Sciences*, vol. 11, n° 9, pp. 557-575, 2021.
- [16] Unknown, «Fundamentos Comunicativos en Ambientes Virtuales,» 20 april 2015. [En línea]. Available: <http://comunicacionenambientesvirtuales.blogspot.com/2015/04/modelos-de-la-educacion-para-la.html>.



**Rita Ramona Salvatierra Vera**, Maestrante de la Maestría en Educación con Mención en Docencia e Investigación en Educación Superior en Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone. Se desempeña actualmente como administrativo de la ULEAM en la Extensión Chone.



**Tatiana del Rocío Barreiro Zambrano**, Maestrante de la Maestría en Educación con Mención en Docencia e Investigación en Educación Superior en Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone. Se desempeña actualmente como administrativo de la ULEAM en la Extensión Chone.



**Fátima Noralma Saldarriaga Santana**, Maestrante de la Maestría en Educación con Mención en Docencia e Investigación en Educación Superior en Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone. Se desempeña actualmente como administrativo de la ULEAM en la Extensión Chone.



**Rider Eloy Mendoza Saltos**, Docente Titular de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.



**Marcelo Alcívar Vera**, Administrativo de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

# Retención estudiantil en las instituciones de educación superior del Ecuador

Soledispa Pereira Sandra  
<https://orcid.org/0000-0001-7072-0159>  
sandra.soledispa@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Manta-Ecuador

Intriago Plaza José Renato  
<https://orcid.org/0000-0003-1882-7383>  
jose.intriago@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Manta-Ecuador

Briones Mera Junior  
<https://orcid.org/0000-0003-2211-3818>  
junior.briones@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Manta-Ecuador

Anzules Molina Douglas  
<https://orcid.org/0000-0003-0062-7412>  
douglas.anzules@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Manta-Ecuador

Mera Macías Cristian  
<https://orcid.org/0000-0001-7601-3674>  
angel.mera@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Manta-Ecuador

Recibido (17/07/2022), Aceptado (29/10/2022)

**Resumen.** - La retención estudiantil se ha convertido en uno de los temas de mayor interés investigativo en la educación superior debido a las altas tasas de deserción que se presentan desde hace varios años a nivel mundial. Para el desarrollo de la investigación se planteó como objetivo analizar la retención estudiantil en las instituciones de educación superior del Ecuador. Se analizó la información del Informe sobre la Educación Superior en América Latina y el Caribe del Instituto Internacional de la Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en la región. Como metodología se aplicó una investigación cuantitativa e interpretativa. Además, se realizó una revisión de la información disponible en los portales de datos abiertos de indicadores nacionales e internacionales de educación superior. Como resultado se obtuvo la tasa de retención de las universidades públicas y privadas cofinanciadas.

**Palabras clave:** Retención estudiantil, deserción estudiantil, educación superior, tasas de retención estudiantil

## Student retention in higher education institutions in Ecuador

**Abstract.** - Student retention has become one of the topics of most significant research interest in higher education due to the high dropout rates that have been present for several years worldwide. This research aimed to analyze student retention in higher education institutions in Ecuador. Information from the Report on Higher Education in Latin America and the Caribbean of the UNESCO International Institute for Higher Education in Latin America and the Caribbean was analyzed. A quantitative and interpretative research methodology was applied. In addition, a review of the information available in the open data portals of national and international higher education indicators was carried out. As a result, the retention rate of public and private co-financed universities was obtained.

**Keywords:** Student retention, student dropout, higher education, student retention rates.

## I. INTRODUCCIÓN

La retención estudiantil es una problemática que afecta a las Instituciones de educación superior (IES) a nivel mundial [1],[2],[3],[4]. En el transcurso del tiempo la problemática relacionada con el abandono de la carrera universitaria ha recibido diferentes denotaciones. En la literatura estadounidense y europea se le denominó deserción o abandono en las décadas del setenta y ochenta (siglo XX). A partir de los noventa se popularizó el vocablo persistencia y más recientemente retención. En Latinoamérica el término más común ha sido deserción, en pocos casos se lee permanencia. Los términos deserción, abandono, persistencia y permanencia se centran en el estudiante. Los dos primeros tienen connotación negativa, en tanto que los últimos son positivos. Asimismo, el término retención es positivo, pero focaliza la responsabilidad del proceso en la institución [5].

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) indica que el abandono en el tercer nivel de formación llega a 40% [6]. Su importancia se refleja en las crecientes iniciativas para reducir las tasas de deserción e impulsar el éxito de los estudiantes que cuentan cada vez más con el apoyo de políticas, investigaciones, recursos y tecnologías en evolución.

En el caso de América del Norte y Europa y partes de Asia, las tasas de participación de los estudiantes son altas, la atención ha tendido a centrarse en la equidad de acceso, la retención y el rendimiento de los estudiantes. En los países donde el acceso sigue siendo bajo, como en África y partes de América Latina y Asia, sigue existiendo un enfoque en pasar de la educación superior de élite a la masiva, pero con preocupaciones sobre la consiguiente disminución de la calidad y el impacto que esto tiene en la retención y tasas de graduación [7].

En el último medio siglo, el acceso a la educación superior ha aumentado drásticamente. La tasa bruta mundial de matriculación en educación terciaria y la proporción de la cohorte de edad terciaria que ingresa a la educación superior, aumentó del 10 % en 1970 al 35 % en 2014, según el Banco Mundial utilizando datos del Instituto de Estadística de la UNESCO. La mayor parte de ese crecimiento ha sido en el nuevo milenio: la tasa de matriculación mundial fue del 19 % en 2000 y se duplicó al 38 % en 2018 [8].

América del Norte, la primera región en pasar a la educación superior masiva, tuvo la tasa de matriculación terciaria más alta con un 86 % en 2018, seguida por un 70 % en Europa y Asia Central, y un 62 % en Europa Central y los Países Bálticos. En América Latina y el Caribe, la tasa bruta de matriculación fue del 52 %, mientras que en el este de Asia y el Pacífico fue del 46 %, del 42 % en Oriente Medio y el norte de África, del 24 % en el sur de Asia y del 9 % en el África subsahariana [9].

Estas enormes diferencias en las inscripciones se correlacionan en gran medida con los niveles de ingresos nacionales: la participación terciaria promedio en los países de ingresos altos fue del 75 % en 2018 frente al 36 % de los países de ingresos medios y el 9 % en los países de ingresos bajos. También existen fuertes vínculos entre las altas tasas de participación y el enfoque en la retención y el éxito de los estudiantes.

Esta investigación tiene como objetivo realizar el análisis de la retención estudiantil en las instituciones de educación superior del Ecuador; conocer las tasas retención y la relación educación y mercado laboral, se analizó la información de estas, teniendo como referencia los datos reportados por el Sistema Nacional de Información de Educación Superior del Ecuador (SNIESE); el Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe del Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC).

En Ecuador la deserción estuvo entre el 30 y 70% dependiendo de las carreras, siendo las de medicina e ingenierías las de mayor abandono. Se observa que la tasa de retención inicial de las universidades y escuelas politécnicas públicas y particulares cofinanciadas indica que de acuerdo al SNIESE, el 80% de los estudiantes que ingresaron a una universidad o escuela politécnica pública en el año 2012, continuaron sus estudios en el año 2013 y el 70 % continuaron en el año 2014 es decir en el segundo año [10].

Este artículo está organizado de la siguiente manera: Introducción, donde se describen los componentes o variables, se establece la relación entre las mismas, se describen investigaciones o trabajos relacionados al tema planteado, se enuncia el problema, el objetivo y un resumen de la metodología; en el apartado Desarrollo se exponen los aspectos teóricos y conceptuales, en la Metodología se detalla la información y el tratamiento que se le dio a los datos; en el apartado Resultados se analizan los datos obtenidos para finalmente establecer la discusión y las conclusiones de la temática.

## II. DESARROLLO

Uno de los principales problemas en el sistema de educación superior a nivel mundial es la retención estudiantil y es indispensable que las instituciones examinen la necesidad de revertir estas tendencias, con el objetivo de realzar el capital intelectual para la organización, dirección y desarrollo del país. Partiendo de este reconocimiento, el reto de incrementar los índices de graduación cobra especial relevancia para Ecuador y todos los países de América Latina y el Caribe, en especial en momentos en que la comunicación en términos de educación es extensa y que los períodos de crisis y bonanza en las diversas zonas del mundo convocan a la reflexión [11]. El coeficiente de las variables *dummy* o indicadoras utilizadas para identificar el nivel de estudios en educación superior nos dice que aquellas personas que alcanzan nivel universitario tienen 86% más ingresos que aquellos que tienen un nivel escolar por debajo del universitario [12].

En Ecuador, la tasa bruta de matrícula en educación superior presenta un crecimiento de 2,43% puntos entre los años 2015 al 2019 pasando de 18,65% al 21,08%, y la tasa neta de matrícula aumentó 2,79% puntos ubicándose del 26,46% al 29,25% en las personas matriculadas de la población existente entre 18 y 24 años. Otro aspecto importante es la tasa de deserción que aumento cuatro puntos porcentuales entre el 2018 y 2019 a nivel general al analizar por el tipo de financiamiento se observa que las IES públicas han disminuido en 2 puntos y las particulares y cofinanciadas el aumento es de 20 puntos [13].

Los índices de graduación han llevado a pensar que los esfuerzos hechos por la comunidad académica para aumentar la retención universitaria han sido ligeramente mejorados en el 2010 54,52% y en el 2014 56,70%. Si bien en este estudio la variable sexo no se asoció con la deserción, es interesante notar que la relación encontrada (62,7% son hombres y 37,3% son mujeres) es inversa a la tendencia mundial. En la universidad ecuatoriana las mujeres son mayoría, con un peso del 55,8% [14]. Por otra parte, Walton [15] encontró que el ser hombre o mujer no estaba relacionado con la permanencia estudiantil. Los índices de graduación son una crisis para las universidades, pues desgastan la confianza del público en la educación superior [16]. En Ecuador, país en el que está vigente un proceso de cambios en la educación con el fin de mejorar la calidad, en los últimos años se ha incrementado el gasto del Presupuesto General del Estado en investigación y desarrollo con relación al Producto Interno Bruto (PIB) en el año 2020 aumento a 0,47% [17]. En el nivel terciario, en lo referente a educación se percibe que los factores de comunicación, académicos, familiares y personales combinados con las variables institucionales (rendimiento académico, rol de los docentes, etc.) establecen el contexto más frecuente de las tasas de retención universitaria [18].

## III. METODOLOGÍA

Este artículo se basa en la investigación cuantitativa e interpretativa, se realizó una revisión de la información disponible en los portales de datos abiertos de indicadores de educación superior nacionales e internacionales, esto permitió elegir, analizar, esquematizar, establecer, interpretar y discutir diversos orígenes que abordan la información de la temática [19]. El diseño que se utilizó fue un enfoque mixto que consistió en recolectar, analizar y vincular datos cuantitativos y cualitativos para lograr el objetivo propuesto [20].

El trabajo se realizó específicamente en Ecuador, y para el análisis de la información se ha considerado los datos de las universidades y escuelas politécnicas registrados en el SNIESE y el sistema Integral de Información de Educación Superior (SIIES), en el año 2020 se reportan 261 instituciones, de las cuales el 41% (107) son públicas y el 59% (154) son particulares.

**Tabla 1.** Instituciones de educación superior del Ecuador.

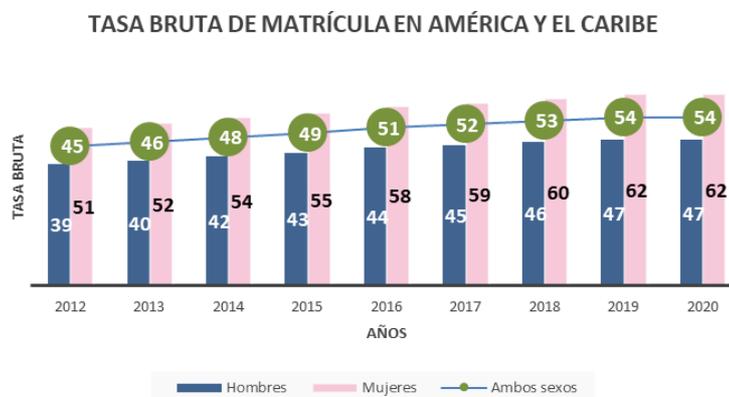
Instituciones	Públicas	Autofinanciadas	Cofinanciadas	Total
Universidades y Escuelas Politécnicas	31	19	8	58
Instituto Superiores Tecnológicos	73	117	7	197
Conservatorios	3	2	1	6
<b>Total general</b>	<b>107</b>	<b>138</b>	<b>16</b>	<b>261</b>

**Fuente:** Sistema Nacional de Información de la Educación Superior.

Para la revisión de la información a nivel internacional se utilizó el Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (SITEAL) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura y el Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación IIEP-UNESCO [21], el Instituto de Estadísticas de la Unesco (UIS) [22], las Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas del CEPAL (CEPALSTAT) [23].

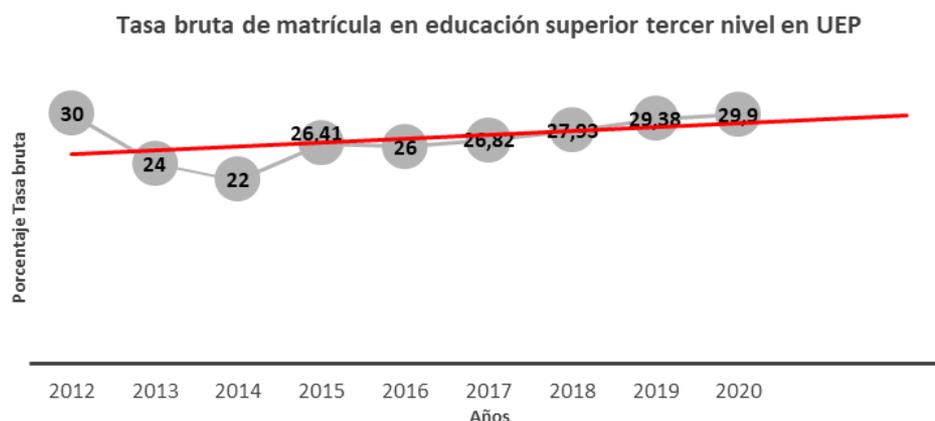
### III. RESULTADOS

El acceso a la educación superior ha incrementado en todas las regiones de América Latina y se refleja en la tasa bruta de matrícula, que entre el 2000 y 2018 en los hombres aumento del 19% al 38% y en las mujeres del 19% al 41% [8]. Las estimaciones y datos en Ecuador proporcionados por UNESCO de los alumnos matriculados en el tercer nivel de enseñanza, independientemente de su edad, actualizado el 27 de octubre del 2021 en el portal CEPALSTAT, se observan en la Fig. 1 la tasa bruta de matrícula en América Latina y el Caribe que incluye a Anguila, Antigua y Barbuda, Antillas Neerlandesas, Argentina, Aruba, Bahamas, Barbados, Belice, Bermuda, Estado Plurinacional de Bolivia, Brasil, Islas Caimán, Islas Turcos y Caicos, Islas Vírgenes Británicas, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Montserrat, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Bolivariana de Venezuela, República Dominicana, Saint Kitts y Nevis, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tabago y Uruguay, se observa que la tendencia es positiva teniendo un incremento de 9 puntos entre el 2012 (45) y el 2020 (54); desde el año 2016 el aumento ha sido de un punto por año.



**Fig. 1.** Evolución de la tasa bruta de matrícula en América Latina y el Caribe.

En la Fig. 2 se observa la evolución de la tasa bruta de matrícula universitaria en las universidades y escuelas politécnicas (UEP) del Ecuador, esta tiene un crecimiento a partir del año 2016. En especial es importante el incremento de la matrícula ente el 2016 y el 2018 (que asciende del 26% al 27, 93%). El año 2012 es un punto de partida al iniciar un nuevo mecanismo de ingreso al sistema universitario se tiene una reducción de la tasa de matrícula de alrededor de 6 puntos (del 30% al 24%) [12]; a partir del año 2015 la tendencia ha sido al incremento al comparar el 2013 y el 2020 el incremento es aproximadamente de 5 puntos.



**Fig. 2.** Evolución de la tasa bruta de matrícula universitaria

#### A. Matrícula por campo de conocimiento

En la tabla 2 se observa la evolución de la matrícula universitaria por campo de estudio, se evidencia que la mayor matrícula se concentra en el área de las Ciencias Sociales, Educación Comercial y Derecho y el menor número de matrícula en los campos Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria, en el 2018, Ciencia Sociales, Periodismo e Información para los años 2016 al 2019.

**Tabla 2.** Instituciones de educación superior del Ecuador.

CAMPO DE CONOCIMIENTO	2015	2016	2017	2018
Ciencias Sociales, Educación Comercial y Derecho	245.222	234.214	224.176	188.781
Salud y Servicios Sociales	79.436	81.514	82.336	76.579
Ingeniería, Industria y Construcción	78.351	83.266	90.631	97.622
Ciencias	44.802	48.698	46.106	38.346
Educación	44.055	35.839	40.980	53.388
Agricultura	23.509	24.643	24.297	22.803
Servicios	22.598	22.730	25.236	25.907
Humanidades y Artes	16.586	15.901	14.366	11.103
Administración De Empresas y Derecho	2.081	1.667	1.310	114
Ciencias Sociales, Periodismo, Información y Derecho	1.542	2.484	10.290	31.787
Salud y Bienestar	1.412	3.032	3.875	17.328
Artes y Humanidades	942	1.325	2.890	5.437
Ciencias Naturales, Matemáticas y Estadística	665	1.070	3.869	7.515
Administración	661	2.805	11.530	35.235
Tecnologías de la Información y la Comunicación (Tic)	494	1.219	4.068	9.311
Ciencias Sociales, Periodismo e Información	240	150	117	35
Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria	146	733	2.877	8.106
Programas y Certificaciones Genéricos	-	119	118	-
No Registra	288	494	1.655	3.144
Total general	563.030	561.903	590.727	632.541

**Fuente:** Sistema Nacional de Información de la Educación Superior.

B. Asistencia en la educación superior

Para conocer el nivel de permanencia en las IES en Ecuador se analizó la tasa de asistencia para los años 2011, 2015 al 2018 por sexo obteniendo que la asistencia se concentra para el género femenino; del año 2011 al 2015 la asistencia masculina disminuye en 5 puntos con variaciones menores, en el 2018 es del 24%. Para las mujeres la disminución es de 11,10 puntos sin embargo incrementa terminando en el 2018 en 32,60%.

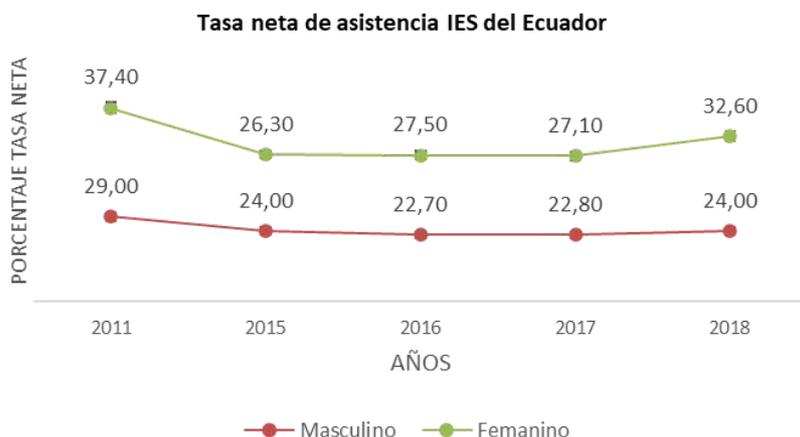


Fig. 3. Evolución de la tasa neta de asistencia IES del Ecuador

En el análisis de la tasa bruta de asistencia en el año 2010 se observa que se ubicó en el 58%, en el 2018 es de 48% representando una disminución de 10 puntos, en los cálculos realizados para el año 2020 se mantiene la tendencia, en la Fig. 4 se observan los datos descritos.

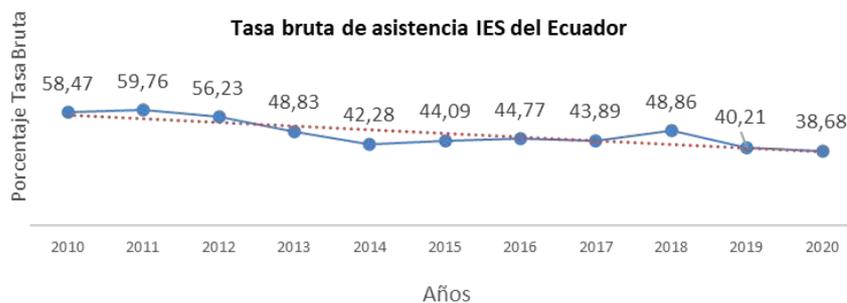


Fig. 4. Tasa bruta de asistencia IES del Ecuador

Un elemento importante de los resultados de la educación superior tiene que ver con la titulación oportuna. En la Fig. 5 se presenta el indicador para la educación universitaria.

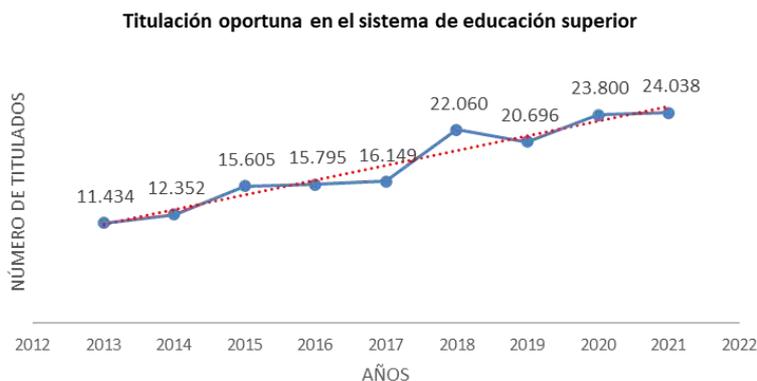


Fig. 5. Titulación oportuna en el sistema de educación superior.

La tendencia de este indicador es positiva, se observa que en el año 2017 el número de titulados fue menor a la media; sin embargo, en el 2018 se ubicó sobre la línea de tendencia. Los datos muestran que los estudiantes están terminando sus estudios en los tiempos previstos.

C. Tasa de retención en IES del Ecuador

La tasa de retención de las universidades y escuelas politécnicas públicas entre el 2015 y 2019 mantiene un promedio del 69% y en 31% para las particulares. La retención para las IES particulares es decreciente se observa que en año 2015 la tasa se ubicó en el 36% y en el 2019 en 26% siendo la disminución de 10 puntos porcentuales con un promedio de 2 puntos anuales. En las IES públicas la tendencia es positiva, se observa que en el año 2015 la tasa de retención se ubicó en 64% y en el 2019 en 74% incrementando 10 puntos porcentuales.

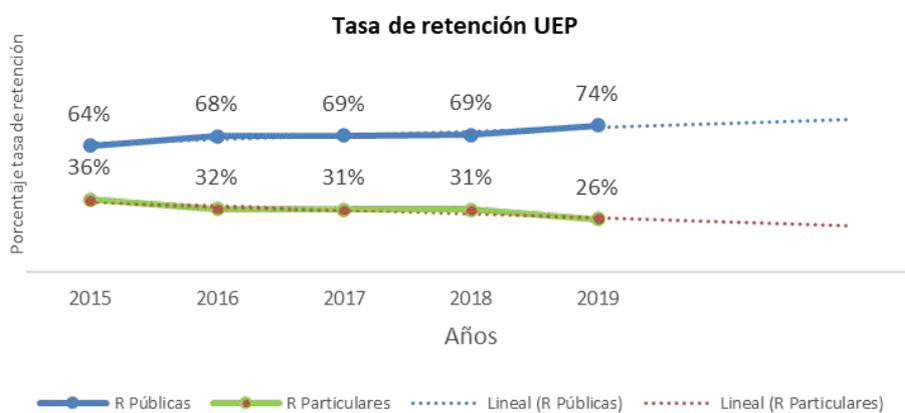


Fig. 6. Evolución de la tasa de retención de la UEP

**CONCLUSIONES**

A través del tiempo la problemática relacionada con la retención estudiantil ha sido de múltiples investigaciones [5]. Existen tres tipos de retención dado que cada uno de ellos está asociado a diferentes factores y causas [24]. Para el análisis diferenciamos los siguientes:

A. Retención para la graduación oportuna

En este tipo se considera la graduación en el tiempo establecido en la institución donde inicio el programa o carrera en la que se matriculo. En el caso de Ecuador el indicador se mide con la tasa de graduación oportuna, el último resultado oficial del año 2014 es de 56.70%, esto indica que alrededor de la mitad de los estudiantes universitarios adquieren su título de manera oportuna es decir dentro de los plazos definidos por las IES. Otro factor a considerar es el registro de títulos en los años 2018 y 2019, el 56% corresponde a los títulos registrados en la Secretaría de Educación Superior, Ciencia y Tecnología son mujeres y el 44% a hombres.

B. Retención del curso o periodo académico

Para este tipo se considera la tasa de retención inicial que es un indicador frecuentemente utilizado a nivel internacional, dado que la mayor tasa de retención se produce en el segundo periodo. Para el cálculo de la tasa de retención inicial se divide el número de estudiantes que ingresan como alumnos de primer año a una carrera, y el número de esos mismos estudiantes que continúan en la misma institución al año siguiente. En Ecuador la tasa de retención inicial en la universidades y escuelas politécnicas en el año 2018 fue de 78% y 72% en el 2019.

### C. Retención para el logro de objetivos.

Para este indicador se consideró la tasa de retención de las universidades y escuelas politécnica del Ecuador. Los resultados muestran que las IES públicas han incrementado 10 puntos porcentuales desde el 2015 al 2019 y las particulares han disminuido 2 puntos porcentuales por año.

A pesar de que las cifras indiquen una mejora en la retención estudiantil es necesario conocer los factores que inciden en la permanencia de los estudiantes en las instituciones de educación superior, es necesario establecer los indicadores para el desarrollo de aplicaciones que permitan monitorear y documentar el desarrollo del proceso educativo desde el ingreso hasta la culminación de la carrera o programa.

## REFERENCIAS

- [1] L. Mendoza Gutiérrez, U. Mendoza Rubio, y D. Romero Meléndez, "Permanencia académica: Una preocupación de las instituciones de educación superior.", Escenarios, vol. 12(2), núm. 2, pp. 130-137, mar. 2014.
- [2] M. G. Zúñiga Vázquez, C. P. Rigalt González, y L. G. Ortúzar Franklin, "El papel del profesorado en la retención estudiantil de la Universidad del Valle de México", 2012.
- [3] J. Paramo y C. Correa, "Deserción estudiantil universitaria, conceptualización", Revista universitaria EAFIT. pp. 65-78, 1999.
- [4] A. Nuñez-Naranjo, "Deserción y estrategias de retención: un análisis desde la universidad particular", 593 Digit. Publ. CEIT, vol. 5, núm. 5-2 SE-, pp. 79-87, sep. 2020.
- [5] N. Fernández de Morgado, "Retención y persistencia estudiantil en instituciones de educación superior: una aproximación al concepto", Paradigma, vol. XXX, núm. 2, pp. 63-68, dic. 2012.
- [6] El Telégrafo, "El Telégrafo - La deserción universitaria bordea el 40%", La deserción universitaria bordea el 40% Esta noticia ha sido publicada originalmente por Diario EL TELÉGRAFO bajo la siguiente dirección:<http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/la-desercion-universitaria-bordea-el-40>, 2017.[En línea]. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/la-desercion-universitaria-bordea-el-40>. [Consultado: 19-nov-2017].
- [7] UNESCO-IESALC, "Hacia el acceso universal a la educación superior: tendencias internacionales", Organ. las Nac. Unidas, p. 84, 2020.
- [8] UNESCO-IESALC, Hacia el acceso universal a la educación superior: tendencias internacionales. 2020.
- [9] M. Becerra, J. D. Alonso, y M. Frias, "Latin America and the Caribbean: Tertiary Education", 2020.
- [10] URT Sucre, "Informe Rendición de Cuentas". Quito, 2013.
- [11] F. Cevallos, "Desercion, calidad y reforma universitaria", Ser. Cuad. del Contrato Soc. por la Educ., vol. 1, pp. 14-31, 2014.
- [12] J. Ponce, "Educación Superior en Iberoamérica, informe 2016", 2016.
- [13] T. e I. Senescyt - Secretaría de Educación Superior, Ciencia, "Sistema Ecuatoriano de Acceso a la Educación Superior Octubre 2021 ESTRUCTURA GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVERSIÓN".
- [14] É. S. Charvet, "Feminización estudiantil y masculinización docente en la Universidad Ecuatoriana", en Transformar la universidad para transformar la sociedad, 2012, ISBN 978-9942-07-243-6, págs. 124-138, Quito: Senescyt, 2014, pp. 124-138.
- [15] J. T. Walton, "The effect of input variables on the academic persistence of adult students enrolled in business programs in a vocational centre. Export EXPORTAdd To My List Email Print Share", Coll. Stud. J., vol. 4, núm. 26, pp. 449-452, 1992.
- [16] Kalpanik S., Inside the giant machine: an Amazon-dot-com story. Center of Artificial Imagination, 2010.
- [17] Senescyt, "Boletín Anual", 2020.

- [18] A. M. Graffigna, M. de los Á. Morell, M. L. Simonassi, y A. Morales, "Determinants to Retain Students During the First Year of University Studies", *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 116, pp. 2630–2634, feb. 2014.
- [19] A. O. Sánchez Huarcaya, D. M. Revilla Figueroa, M. Alayza Degola, L. Sime Poma, L. Mendívil Trelles de Peña, y R. Tafur Puente, *Los métodos de investigación para la elaboración de las tesis de Maestría en Educación*. 2020.
- [20] R. Hernandez Sampieri, C. Fernandez Collado, y M. del P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*. 2010.
- [21] O. de las N. U. para la E. la C. y la C. UNESCO, "Indicadores estadísticos | SITEAL", 2022. [En línea]. Disponible en: <https://siteal.iiep.unesco.org/indicadores>. [Consultado: 14-jul-2022].
- [22] UNESCO, "La calidad en la Universidad Ecuatoriana", 2003.
- [23] C. E. para A. L. y el C. CEPAL, "Geoportal CEPALSTAT", 2022.
- [24] L. Elba y T. Guevara, "ESTADO DEL ARTE DE LA RETENCIÓN DE ESTUDIANTES DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR", 2010.



**Soledispa Pereira Sandra**, Ingeniera en Sistemas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Master Universitario en Gestión Estratégica de la Información y el Conocimiento en Las Organizaciones de la Universitat Oberta de Catalunya, profesional con experiencia en el desarrollo de aplicaciones en el sector público y privado, en la actualidad es Técnico Docente de la Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica en la ULEAM.



**Briones Mera Junior**, Docente ocasional de Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.



**Anzules Molina Douglas**, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



**Intriago Plaza José Renato**, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



**Mera Macías Cristian**, Docente titular de Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y Decano de la Unidad Académica de formación Técnica y Tecnológica.

# Análisis del marketing digital como estrategia de comercialización en las PYMES

Zambrano Alcívar Katty  
<https://orcid.org/0000-0001-8714-1401>  
katty.zambrano@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Párraga Zambrano Lenin  
<https://orcid.org/0000-0002-0242-3811>  
lenin.parraga@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone. Ecuador

Mendoza García Karen  
<https://orcid.org/0000-0002-8996-0598>  
karen.mendoza@uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
Chone-Ecuador

Delgado Zambrano Arely  
<https://orcid.org/0000-0003-0015-8599>  
arely.delgado@educacion.gob.ec  
Unidad Educativa Fiscal Tarqui  
Manta-Ecuador

Moreira Caballero Freddy  
<https://orcid.org/0000-0003-4323-2592>  
peluche\_cash@hotmail.com  
Chone-Ecuador

Recibido (17/07/2022), Aceptado (29/10/2022)

**Resumen.** - El marketing digital es una herramienta necesaria y eficaz en las empresas. En este sentido, el objetivo de esta investigación es analizar al marketing digital como estrategia de comercialización en las PYMES. Medios y redes sociales requieren que la información fluya más rápido, ya que se busca información confiable y llamativa para que los clientes puedan realizar sus compras eficientemente. Tomando en cuenta estas premisas, se desarrolla este trabajo en la ciudad de Manabí, en Ecuador, para ello se aplica una metodología cuantitativa, con una muestra aleatoria de 167 microempresas. Entre los resultados se evidencia; que la mayor parte de las PYMES no cuentan con un plan de marketing que apoye a su negocio; lo que limita las ventas de sus productos. Otro problema encontrado es que al no contar con una estrategia de comercialización que contribuya a mantener informado al público de manera correcta se limita la rentabilidad en las ventas y no se logra una conexión entre los clientes y el negocio.

**Palabras clave:** Marketing digital, estrategias de marketing, plan de marketing, pymes.

## Analysis of digital marketing as a marketing strategy in SMEs in Manabí

**Abstract.** - Digital marketing is a necessary and effective tool in companies. In this sense, this research aims to analyze digital marketing as a marketing strategy in SMEs. Furthermore, media and social networks require information to flow faster since reliable and attractive information is sought so customers can make their purchases efficiently. Taking these premises into account, this work is developed in Manabí, Ecuador, for which a quantitative methodology is applied, with a random sample of 167 micro-enterprises. Among the results, it is evident; that most SMEs do not have a marketing plan to support their business, which limits the sales of their products. Another problem encountered is that by not having a marketing strategy that contributes to keeping the public informed correctly, profitability in sales is limited, and a connection between customers and the business is not achieved.

**Keywords:** digital marketing; marketing strategies; a marketing plan; SMEs.

## I. INTRODUCCIÓN

El marketing digital se ha convertido en una de las principales estrategias de comercialización de todos los tipos de estructuras de ventas. Esta es una forma nueva del marketing tradicional que se basa en la utilización de los recursos tecnológicos y medios digitales existentes para desarrollar comunicaciones directas, destinadas para conseguir una reacción positiva en el receptor virtual [1]. Para obtener esto, se busca mantener una sólida presencia en medios digitales como internet y dispositivos electrónicos tales como computadores y todas sus aplicaciones, tabletas, teléfonos móviles, entre otras [2]. Las empresas del siglo XXI siguen transformándose por la globalización del internet y el crecimiento vertiginosos de las redes sociales para el marketing digital [1], hecho que ha ocasionado cambios en los ámbitos interno y externo de las mismas, por tanto, estas deben adaptarse a entornos que cada día son más complejos y competitivos, donde los administradores deben poseer habilidad y experiencia para crear estrategias de valor y para llegar a satisfacer a un nuevo estilo de demandantes.

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) son establecimientos que poseen ciertas propiedades en común en todo el mundo, la alianza europea cataloga como microempresa a toda unidad económica con menos de 10 trabajadores, así como esas que poseen un grado de ventas anuales menor a 2 millones de euros [3], [4]. Es así como, de acuerdo con estas circunstancias los negocios están expuestos a este nuevo sistema de comunicación, y, por tanto, la empresa exhorta de nuevas estrategias comunicativas que aprecien estos cambios sociales, se adapten al nuevo entorno y le den más importancia a la comunicación, haciendo énfasis en los diferentes tipos de redes sociales que tienen mayor impacto en las empresas y sociedad.

Este trabajo se desarrolló en la ciudad de Chone en Manabí, Ecuador, donde existe una amplia variedad de empresas y emprendimiento que componen las PYMES, y que son un recurso valioso para la región por su aporte a la economía nacional y su impacto en la generación de productos y servicios. En este sentido, se evaluaron un conjunto de empresas locales con miras a conocer el uso apropiado del marketing para su gestión empresarial y su visión y visualización en el mercado nacional e internacional.

El presente documento continuará con el apartado de Desarrollo donde se expondrán los principales referentes teóricos en los temas de marketing digital y de estrategias en las PYMES para seguir creciendo comercialmente. En el siguiente apartado, Metodología, se hará la descripción del procedimiento que siguió la investigación, concentrándose en una labor investigativa documental a través del método teórico haciéndose uso importantes referencias de artículos de autores expertos en el tema y del método empírico que señala que está basada en la práctica y la experiencia en la observación de los hechos. A continuación, se expondrán los hallazgos identificados en los resultados, para finalmente cerrar el presente documento con el último apartado, Conclusiones y Referencias.

## II. DESARROLLO

La definición del marketing se describe como "una filosofía de dirección buscando el logro de las metas de la organización, en base a la determinación de las necesidades y deseos de los mercados y la satisfacción de los deseos de la forma más eficaz y eficiente que la de la competencia" [5]. Para introducir el marketing digital se ha implementado en internet por medio del posicionamiento de la Web en los buscadores como Google, la administración de las redes sociales, el negocio electrónico y la publicidad en línea, la promoción en cualquier otro medio en digital [6]. Se debe tener en cuenta que para el marketing digital se debe aprovechar cada una de las tecnologías de información que permanecen a nuestro alcance y de forma constante, y una vez que se tenga un óptimo criterio publicitario.

En este punto de la historia de las mezclas del marketing y las PYMES, poseen la firme voluntad de colocarse con una imagen de intensa inquietud y vocación de servicio al consumidor usando los instrumentos tecnológicos. Internet es una verdadera singularidad comercial, presenta inmensas oportunidades combinadas con una acelerada competitividad. Pero, con el surgimiento a mediados de los 90's de internet y nuevas tecnologías de la comunicación, aparece el marketing digital, "que se basa en las 4 F's para que la estrategia sea efectiva [6], [7]. Las 4 F's son las variables que hacen posible un Marketing Digital efectivo [8], estas se conocen como:

- A. Flujo: el usuario se tiene que sentir atraído por la interactividad que genera el sitio para captar la atención y no lo abandone en la primera página.
- B. Funcionalidad: la navegabilidad debe ser intuitiva y fácil para el usuario.
- C. Feedback: debe haber interactividad con el internauta para construir una relación con este.
- D. Fidelización: atrae y capta clientes potenciales y fideliza a los actuales.

Algunos autores [8] hacen hincapié en la convergencia del marketing nuevo (el digital) y el tradicional, para llevar a los consumidores a hacer negocios, considerando que hoy en día es el cliente quien tiene el control, no la empresa. Los compradores se comunican constantemente entre sí, tanto experimentados como novatos y recomiendan o no el producto, están empoderados. Hoy en día, cerca de 50% de las PYMES dedican la tercera parte de su presupuesto a los medios digitales y, el 37 % de las compañías escogidas para la investigación, está pensando en destinar más presupuesto para ello [9] porque han visto resultados positivos en sus ventas. En esta época, los mercadólogos necesitan responder con mayor velocidad a la retroalimentación de sus usuarios o consumidores, porque los públicos están conectados 24 horas al día [4]. Además, los medios sociales requieren que la información fluya más rápido y esto lleva a que se ofrezca un nuevo modelo de planeación y estrategia en esta era de medios sociales, internet, celulares inteligentes y más dispositivos.

Por lo tanto, no es erróneo afirmar que con la globalización y los diferentes tratados comerciales, las empresas se ven abocadas a implementar el uso correcto de las herramientas informáticas para la promoción de las iniciativas de emprendimiento, que permita una competitividad sostenible a mediano y largo plazo, conocido como marketing digital la principal razón por la que no se ha cumplido esta meta es, porque los empresarios no conocen el valor agregado, que les puede dar esta herramienta en la red. Allí hay una gran posibilidad de aumentar la comercialización de fidelizar a sus audiencias [10]. Para atender a sus segmentos de forma extraordinaria, adelantar sus actividades comerciales mejor que la competencia y sobresalir en las relaciones con los clientes, las empresas realizan algunas de las siguientes estrategias, cuyos pilares se centran en mejorar su posicionamiento en buscadores, ser efectivos en las redes sociales y diseñar acciones de email marketing, ellas son:

A. Sitio web que puede ser adaptable a los celulares: Resulta obvio que además de ser un espacio atractivo, su propósito es conseguir consumidores que se inclinan por los sitios web, tanto el corporativo como el comercial, en los cuales además de ofrecer toda la información de la organización, animan a los clientes a comprar [6].

B. Blog: Los blogs son diarios online, donde la gente publica sus reflexiones sobre un tema específico y pueden tratar de cualquier cosa, desde fútbol hasta recetas de cocina. en cada artículo los lectores pueden escribir sus comentarios y el autor darles respuesta [11].

C. Posicionamiento en buscadores: es una manera de conseguir visitas en una página web, lo cual busca mejorar el posicionamiento orgánico o natural en los resultados que se obtienen con los buscadores de internet, los cuales son sin previo pago y se excluyen los resultados publicitarios o particionados [12].

D. Redes sociales: estos espacios en internet permiten a las personas compartir todo tipo de información con otras personas [13].

Se han consolidado como herramientas de comunicación, porque cada día más personas utilizan sus instrumentos para el intercambio de mensajes, ya sea escritos, en audio o video, además, facilita el uso de seudónimos para encubrir a las personas y han revolucionado la comunicación social.

Existen 3 clasificaciones de comunicación en la web, las redes sociales, las redes profesionales y las redes especializadas que permiten, dentro de las posibilidades, por ejemplo, la aplicación de encuestas virtuales para sondear la opinión del mercado [14], [15]. Al respecto, se detallan las más empleadas:

A. Facebook: es un sitio web del tipo red social. Inicialmente, era exclusivo de estudiantes universitarios, pero en septiembre de 2006, se amplió a cualquier persona que tenga correo electrónico. El crecimiento de la red Facebook fue muy acelerado entre 2008 y 2009. En enero de 2009, contaba con 150 millones de usuarios, en febrero con 175 millones y en abril superó los 200 millones. Una cifra considerable es la de julio de 2011, contando con 750 millones de usuarios [14].

B. Publicidad online: se centra en la narrativa visual para atraer a los usuarios, a través de las claves emocionales que se esconden detrás del storytelling, contando historias que impulsen a dar clic en el botón de compra; las cuales son de temática universal y buscan establecer un lazo afectivo mediante la narrativa que impulsa a realizar la compra [15].

C. Email Marketing o correo electrónico. En el campo educativo, se define como una herramienta de comunicación asincrónica, personal, basada en la transmisión de texto, que permite adjuntar al mensaje archivos en cualquier formato digital [16].

D. YouTube: es un sitio web dedicado a compartir videos y que permite buscarlos, cargarlos y descargarlos. Esta plataforma aloja una variedad de clips de películas, programas de televisión, videos musicales, así como contenidos de principiantes como video blogs y YouTube Gaming. Su objetivo es dar a la gente una voz para expresarse a través del video. En este sentido, es posible decir que el éxito se obtiene cuando los partners lo alcanzan. Los partners (usuarios creadores de contenido que forman parte del negocio de YouTube) son los responsables del contenido de los videos de YouTube. Si el video evoluciona, YouTube evoluciona más rápido [17], [18].

### III. METODOLOGÍA

En cuanto a la metodología utilizada en este trabajo, se utilizó el método teórico haciendo uso de importantes referencias de artículos científicos destacados en el tema. Además, se empleó el método empírico ya que señala que está basada en la práctica, la experiencia y la observación de los hechos y la recolección de información a través de encuestas.

El público objetivo del presente trabajo es referido a los propietarios de las PYMES de Manabí en Ecuador, específicamente el cantón Chone, y va enfocado en aquellas empresas que necesiten conocer sobre la importancia del marketing digital y su uso como estrategia para la comercialización.

### IV. RESULTADOS

Una vez realizado el proceso de investigación, se pudieron encontrar los siguientes resultados: se observó que un 95% de las PYMES del Cantón Chone no cuentan con un Plan de Marketing Digital, mientras que el 5% si presenta un plan. Así mismo se pudo constatar que el 95% de las PYMES no aplica las redes sociales como marketing digital mientras que el 5% si la aplica. Las tendencias de las redes sociales en la actualidad están abarcando un espacio importante en relación con los datos recopilados se observó que el 77,77% utiliza WhatsApp como medio de apoyo para su negocio, el 22,22% utiliza Instagram como medio virtual para realizar marketing digital.

El incremento sustancial que tiene que realizar el marketing digital mediante plataformas nos indica que el 66,66% de las PYMES ha tenido un incremento del 51% al 100% y el 33,33% de las PYMES ha tenido un incremento del 21% al 50% al haber implementado el marketing digital.

En la Fig. 2 se observa la evolución de la tasa bruta de matrícula universitaria en las universidades y escuelas politécnicas (UEP) del Ecuador, esta tiene un crecimiento a partir del año 2016. En especial es importante el incremento de la matrícula ente el 2016 y el 2018 (que asciende del 26% al 27, 93%). El año 2012 es un punto de partida al iniciar un nuevo mecanismo de ingreso al sistema universitario se tiene una reducción de la tasa de matrícula de alrededor de 6 puntos (del 30% al 24%) [12]; a partir del año 2015 la tendencia ha sido al incremento al comparar el 2013 y el 2020 el incremento es aproximadamente de 5 puntos.

**Tabla 1.** Resultados de utilización de redes sociales en los negocios.

Alternativa	Porcentaje (%)
Facebook	0%
Instagram	22,22%
WhatsApp	77,77%
YouTube	0%
TikTok	0%
No utiliza redes sociales	0%
Otras	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Los administradores o propietarios de las PYMES, consideran que las ventajas de la aplicación del marketing digital se centra en un 33,34% en la accesibilidad, sin límite de lugar y horario; mientras el 33,33% de los emprendedores consideran que el marketing digital les permiten fidelizar sus clientes, por otro lado, un 11,11 % de emprendedores considera que se requiere muy poco personal para aplicar el marketing digital, así mismo el 11,11% de emprendedores considera que facilita la interacción y proximidad con la audiencia y en un 11,11% de emprendedores considera que ofrece una experiencia personalizada, trato directo y efectivo con el cliente.

En las PYMES, donde se realizó la encuesta se logró observar que un 77,77% utiliza las redes sociales para difundir información de su producto o servicio, mientras que el 22,22% utiliza solo la página web empresarial. Además, Las PYMES que utilizan el plan de marketing digital revelan que tuvieron más interacción con los usuarios y más visitas en sus perfiles, lo que podría representar una mejor aceptación en el público objetivo.

Los resultados mostrados en este estudio permiten conocer la importancia del marketing digital para hacer estrategias para comercializar los productos y hacer crecer los negocios, en este caso las PYMES, el empeño se enfoca en que los propietarios de negocio utilicen las herramientas de marketing digital para contribuir a la propuesta de valor del negocio y que así se hagan más competitivas con la fidelización de clientes.

## CONCLUSIONES

Del presente trabajo, se pueden compartir las siguientes conclusiones:

La mayoría de las PYMES, no presentan un plan de marketing digital, lo que se evidencia ya que no poseen sitios web, no aplican el comercio electrónico, ni participan de publicidad digital. Esto conlleva a que se limiten con la actualización de la información del negocio y restringiendo el crecimiento de las ventas de sus productos o servicios.

Los dueños o administradores de las PYMES están conscientes de las ventajas de aplicar el marketing digital, las cuales las enfocan en: la accesibilidad sin límites de lugar y horario, fidelización de clientes, poca inversión en personal y, experiencia personalizada, trato directivo y efectivo con el cliente.

El WhatsApp es la red social, que más utilizan los negocios para adquirir un producto o servicio, el cual se incrementó con la presencia de la pandemia, donde negocios tradicionales que solo ofertaban sus productos de manera presencial, tuvieron que incluir esta aplicación tecnológica, para promocionar sus productos y/o servicios, vender, coordinar logística e incluso evidenciar el pago.

Se sugiere que las PYMES deben aplicar el marketing digital para comercializar sus productos o servicios, considerando que pueden ampliar el mercado y de esta manera generar oportunidades de ventas más eficientes. Además, les permite realizar un buen proceso de posicionamiento de las marcas más confiables y seguras, como también una fidelización e integración con los clientes más rápidos y fiables.

## REFERENCIAS

- [1] K. Bricio, J. Calle y M. Zambrano, «El marketing digital como herramienta en el desempeño laboral en el entorno ecuatoriano: estudio de caso de los egresados de la universidad de Guayaquil,» Universidad y Sociedad, vol. 4, n° 10, pp. 103-109, 2018.
- [2] O. Suárez, «Marketing digital y estrategias de negocios para el posicionamiento,» Repositorio, Unniversidad Técnica de Ambato, 2020.
- [3] E. Santana, «E-commerce en las pymes comercializadoras de productos de consumo masivo del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena,» UTEG, 2018.
- [4] E. Núñez y J. Miranda, «El marketing digital como un elemento de apoyo estratégico a las organizaciones,» Cuadernos Latinoamericanos de Administración, vol. 16, n° 30, 2020.
- [5] P. H. Kotler y Armstrong, Fundamentos de Marketing, Mexico: Pearson, 2016.
- [6] R. Perdigon, H. Vitres y I. Madrigal, «Estrategias de comercio electrónico y marketing digital para pequeñas y medianas empresas,» Revista Cubana de Ciencias Informáticas, vol. 12, n° 3, pp. 192-208, Julio 2018.
- [7] L. Maram, «¿Qué es el marketing de atracción?,» 12 Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.luismaram.com/que-es-el-marketing-de-atraccion-3-ejemplos/>. [Último acceso: Julio 2022].
- [8] J. Wiley, S. Inc y Hoboken, en, «John Wiley & Sons, Inc., Hoboken,» Agosto 2018. [En línea]. Available: [http://www.ciando.com/img/books/extract/111934106X\\_lp.pdf](http://www.ciando.com/img/books/extract/111934106X_lp.pdf).
- [9] D. Vilena, «We Symply The Internet,» 2 Diciembre 2018. [En línea]. Available: <http://wisewisolutions.com/blog/el-marketing-digital-una-estrategia-clave-para-las-pymes>. [Último acceso: Julio 2022].
- [10] G. Sarmina, S. Delgado y Y. Caicedo, «Importancia de implementar el marketing digital en las pymes Colombianas frente al tratado de libre comercio con Estados Unidos,» ECACEN, n° 1, 2018.
- [11] Intef, «¿Qué es un blog?,» Julio 2016. [En línea]. Available: [http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/155/cd/modulo\\_1\\_Iniciacionblog/qu\\_es\\_un\\_blog.html](http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/155/cd/modulo_1_Iniciacionblog/qu_es_un_blog.html). [Último acceso: Julio 2022].

- [12] M. López, «Marketing electrónico,» 12 Junio 2010. [En línea]. Available: [www.tallerceo.com](http://www.tallerceo.com).
- [13] J. Celaya, *La empresa en la WEB 2.0.*, Grupo Planeta, 2008.
- [14] R. Carbono, «Diccionario de Tecnología e Informática,» 2017.
- [15] J. G. H. y. F. A. Kutchera, *Su estrategia de marketing digital en 5 pasos.*, Mexico: Patria, 2014.
- [16] C. Puerta, «El correo electrónico: herramienta que favorece la interacción en ambientes educativos virtuales.» En *Revista Virtual Universidad Católica del Norte.*, nº 30, 2010.
- [17] B. Solis, «Digital influencer marketing for brands.» 2014. [En línea]. Available: <http://www.briansolis.com/2014/09/digital-influencer-marketing-brands/>.
- [18] B. Marsé, *Las claves para aprovechar todas sus potencialidades.*, Barcelona: Profit Editorial, 2012.
- [19] J. Vasquez, «El marketing digital como estrategia de las MIPYMES en tiempos de pandemia,» *Cohorte*, vol. III, nº 24, pp. 30-42, 2020.
- [20] H. Hütt, «Las redes sociales: una nueva herramienta de difusión.» vol. 91, *Reflexiones*, 2012, pp. 121-128.

# Revisión de métodos estadísticos multivariantes aplicados en los resultados del examen ser bachiller en el Ecuador

Basantes Moreano Luis Fredy  
<https://orcid.org/0000-0001-7336-7549>  
lbasantes6976@utm.edu.ec  
Maestrante del Instituto Posgrado de la  
Universidad Técnica de Manabí, UTM.  
Portoviejo-Ecuador  
lfbasantes@espe.edu.ec  
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE  
Sangolquí-Ecuador

Useche Castro Lelly  
<https://orcid.org/0000-0002-4294-9009>  
lelly.useche@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

Recibido (23/08/2022), Aceptado (27/10/2022)

**Resumen.** - Esta investigación consiste en revisar estudios sobre los diversos exámenes de egreso de la educación secundaria en Ecuador, así como la admisión a la educación superior y la identificación de los factores académicos, individuales, socioeconómicos de los estudiantes. Se analizaron documentos y reportes académicos asociados a la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes como regresión lineal, análisis de conglomerados, análisis factorial, y análisis de componentes principales. Paralelamente, se consideró el estudio de las variables académicas asociadas al examen, tomando en cuenta la medición de conocimientos generales, variables sociodemográficas y socioeconómicas. La aplicación de las técnicas estadísticas demostró en la mayoría de los estudios que las variables se asocian principalmente en el rendimiento académico, esto permitió determinar a largo plazo que los números definen las escalas positivas o negativas, y las formas de aprendizaje se constituyen cada día como un desafío.

**Palabras clave:** Factores, rendimiento, multivariante, admisión.

Review of multivariate statistical methods applied to the results of the Ser Bachiller exam in Ecuador

**Abstract.** - This research includes reviewing studies on the various exit exams for secondary education in Ecuador, as well as admission to higher education, and identifying students' academic, individual, and socioeconomic factors. In addition, files and academic reports associated with applying multivariate statistical techniques such as linear regression, cluster analysis, factor analysis, and principal component analysis were analyzed. At the same time, studying the academic variables associated with the exam was considered, considering the measurement of general knowledge, sociodemographic and socioeconomic variables. The application of statistical techniques showed in most studies that the variables are associated mainly with academic performance. This made it possible to determine in the long term that numbers define positive or negative scales, and the forms of learning constituted daily as a challenge.

**Keywords:** Factors, average, multivariate, admission.

## I. INTRODUCCIÓN

El acceso a la educación es el principal derecho para el desarrollo intelectual de los seres humanos, el poder del conocimiento tiene como fundamento las relaciones con el medio y el entorno en donde se desenvuelven capacidades, habilidades y la participación frente a problemas encontrados. En países como Finlandia y Japón, se observa un sistema educativo que se preocupa por asegurar la calidad de la educación en consonancia con la calidad de vida de los estudiantes, y se pretende que todo el mundo pueda recibir una educación de calidad independientemente de los ingresos de la familia y se convierta en un ciudadano activo [1].

En países latinoamericanos, se podía observar antes de la emergencia sanitaria por contexto del SARS-CoV-2 que alrededor del 50% de los estudiantes no podía leer de manera apropiada a la edad de 10 años, y que, en un contexto donde menos del 60% de las personas usan Internet, sobre todo en los sectores con más desventajas, los riesgos del aprendizaje son particularmente elevados [2].

La calidad de la educación en Ecuador ha sido planteada como un proceso de transformación del sistema educativo, construyendo Unidades Educativas del Milenio que se convertirían en una oportunidad para los niños, niñas y jóvenes que logren culminar la escolarización primaria, secundaria con acceso gratuito, construyendo la igualdad y equidad, cambiando así la tipología de los niveles de educación y promoviendo la Educación Inicial (EI), Educación General Básica (EGB) y Bachillerato General Unificado (BGU). El examen Ser Bachiller es una prueba nacional, que consiste en un instrumento que evalúa el desarrollo de las aptitudes y destrezas que los estudiantes deben alcanzar al culminar la educación intermedia y que son necesarias para el desenvolvimiento exitoso como ciudadanos y para poder acceder por méritos a estudios de educación superior [3].

El primer examen realizado con esta visión se aplicó en marzo del año 2017 a los estudiantes del tercer año de bachillerato, de forma digital y constituido por 155 preguntas que debían ser resueltas en un promedio de 3 horas, el examen se estableció como requisito previo a la graduación de la educación secundaria. Por otra parte, el Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior (ENES) fue aplicado solo para los estudiantes que aspiraban un cupo para la educación superior. La finalidad de este examen es hacer una comparación de estándares de calidad educativa mediante un instrumento que evalúe el desarrollo de las aptitudes y destrezas que los estudiantes deben alcanzar al culminar la educación intermedia y que son necesarias para el desenvolvimiento en la educación superior [4]. Todo esto se logra a través de una evaluación estandarizada, que es un proceso de medición a través de un instrumento que abarca tres elementos importantes: contenido, condiciones administrativas, calificación y normas de aplicación; utilizando ítems iguales o equivalentes para hacer comparaciones de la ejecución [5].

El Ecuador inicia a evaluar el aprendizaje en el sistema educativo desde 1996 aplicando la "Prueba Aprendo" a los estudiantes de educación básica en las áreas de matemática y Lenguaje y comunicación como pruebas piloto, los indicadores de calidad en el año 2008 permitieron dar apertura a la institucionalización de la "Prueba Ser" y se aplica la primera prueba en el área de matemáticas obteniendo resultados insuficientes en el nivel de bachillerato [6].

En 2014, el Ecuador pasa a ser uno de los 9 países asociados a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), que participa en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA). El Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL), evalúa con el mismo énfasis las asignaturas de lectura, matemática y ciencias; dejando en evidencia el nivel cognitivo más bajo; además, como complemento, evalúa también cuestionarios de factores asociados a la calidad educativa [7].

Tres años más tarde, se unifica el examen Ser Bachiller y el examen ENES con la finalidad de obtener una única calificación, que se logra del promedio simple a partir de los ítems asociados a las dimensiones de aprendizaje (matemática, lengua y literatura, ciencias naturales y estudios sociales); reflejando el 30% de la nota final de graduación de bachillerato, y el 70 % contribuye a la admisión de la educación superior pública, evalúa los campos de razonamiento verbal, numérico, abstracto y toma en cuenta todos los ítems del instrumento [8].

Otros aspectos a tomar en cuenta fueron observados en estudios que evidencian claramente que los factores culturales, socioeconómicos, sociales, afectivos y psicológicos influyen en el cambio relativo y permanente en la conducta, basado en la observación o la experiencia del entorno de la persona [9]. Para determinar un mejor estudio sobre el rendimiento académico, en sus diversas formas, se aplicó un análisis multivariante que permite el análisis de datos estadísticos de más de una variable sobre una muestra; las variables pueden ser homogéneas y correlacionadas que permiten identificar cuáles son las que las influyen en el caso de estudio [10]. Este análisis multivariante permite optimizar los datos; en la mayor medida posible, sin segregar información relevante; analiza la estructura interna de los datos para comprender o explicar en un número reducido de dimensiones que permitirá investigar la relación de dependencia entre variables [11].

Cabe destacar que los métodos multivariantes históricamente se reportan como una herramienta de gran ayuda para el análisis y caracterización de los factores que se interrelacionan entre sí, sin embargo, estos métodos están conformados por una gran cantidad de técnicas que cumplen objetivos diferentes, como el de reducción de datos, clasificación, creación de constructos o variables compuestas, entre otros.

Este trabajo de revisión bibliográfica se enfoca en demostrar la aplicación de las técnicas estadísticas multivariantes en los factores que influyen en el rendimiento académico del examen Ser Bachiller en el Ecuador.

## II. DESARROLLO

La incorporación de los exámenes en los sistemas educativos empieza desde el siglo XII con la creación de la Universidad Medieval, el examen se institucionaliza como una demostración y comprobación de la madurez académica para obtener la licencia de un profesional en el área de estudio [12]. Sin embargo, existe un amplio debate ante la concepción del examen especialmente en el sector educativo. También se determina que el examen mide conocimientos inertes de una reproducción memorística de los contenidos de un plan de estudio. Durante muchos años con la misma práctica, es muy difícil erradicar el examen del ámbito pedagógico, por lo tanto, es importante aplicar este instrumento que permita tomar alternativas en el proceso de enseñanza - aprendizaje que efectúe una acción didáctica [13].

Las políticas de admisión varían en el sistema educativo superior con la finalidad de regular el acceso a la educación por lo que se establecen diversos procesos, esta temática se convierte en un problema porque presenta bajos índices de aprobación, muchas instituciones analizan los instrumentos del proceso de admisión y el impacto que genera en la sociedad; en estudios realizados aplicando la correlación de Pearson, se obtuvo el 81,7 % de relación significativa con las variables de estudio en instituciones educativas de México [14].

Análisis comparativos de los procesos de admisión en Instituciones de Educación Superior (IES) en Ecuador, como la Escuela Politécnica Nacional, que promulga la investigación, y basa sus estudios en tomar datos de la calificación total del examen de admisión, jornada, área de estudio calificaciones obtenidas en distintas asignaturas, para la dependencia de las variables se establece una matriz de correlación lineal de Pearson, entre las calificaciones obtenidas en cada materia y las calificaciones del examen Ser Bachiller, obteniendo un coeficiente entre un rango de -1 a +1; las variables que influyen se ajustaron modelos de regresión lineal múltiple. El estudio dejó evidencia que el procedimiento de admisión no es el adecuado, por lo tanto, es impredecible determinar el número de aspirantes a la educación superior [14].

Según el Instituto Nacional de Evaluación Educativa 2017, el 90% de la calificación evalúa aptitud y el 10% destrezas, están clasificadas en 4 categorías conforme al puntaje del examen:

- Excelente de 950 a 1000 puntos denominado grupo de alto rendimiento,
- Satisfactorio con 800 puntos,
- Elemental con 700 puntos esta nota es básica para que el estudiante pueda graduarse de bachiller y culminar la educación secundaria,
- Calificaciones menos de 601 el estudiante reprueba el examen de grado [16].

El nivel de instrucción de los padres y los ingresos económicos familiares son variables que se relaciona con el nivel de desempeño. Es así que, es una de las causas de que los jóvenes trabajen al mismo tiempo que realizan sus estudios, restando el tiempo para actividades autónomas o complementarias para el fortalecimiento del aprendizaje [16].

El rendimiento académico de un estudiante depende de la motivación que perciba en su entorno, así como las metas y expectativas académicas, el apoyo de los padres influye en los rasgos personales del alumno [17]. Las técnicas multivariantes se pueden diferenciar según su área de aplicación por el tipo de población o por los grupos de variables detallados a continuación [10].

- Análisis Factorial y Análisis de Componentes principales: Analizan una sola población y un solo grupo de variables de naturaleza razonablemente homogénea.
- Análisis canónico, Análisis Discriminante y Análisis multivariante de la varianza: analizan varias poblaciones y un solo grupo de variables.
- Análisis de correlación Canónica, regresión múltiple analiza una población y dos grupos grandes de variables con naturaleza posiblemente diferente.

Las técnicas estadísticas se basan en las relaciones de dependencia entre las variables establecidas a priori, o también se basan en relaciones de interdependencia a posteriori [11].

### III. METODOLOGÍA

El examen de admisión a la educación superior se ha establecido como un requerimiento obligatorio para los alumnos del tercer año de bachillerato en el Ecuador, y para poder explicarlo de mejor modo, se plateó como objetivo de la investigación, el análisis mediante revisión bibliográfica de los métodos estadísticos aplicados para el estudio de los exámenes de admisión para acceder a un cupo en las instituciones públicas de educación superior, con énfasis en las técnicas estadísticas multivariantes y su relevancia para el estudio del rendimiento académico.

Se analizaron investigaciones relevantes de ámbito educativo, local e internacional, utilizando argumentos sobre los distintos procedimientos de aplicación de los exámenes como de los factores que influyen en el rendimiento académico. Mediante la utilización de una metodología de revisión sistemática de literatura para un conjunto de 80 artículos, relacionados con palabras claves como: factores, rendimiento académico, método, estadística, multivariante, examen, admisión, universidad, estableciendo como bases de exploración las siguientes fuentes académicas como Scopus, Google Académico, Realy, Scielo, Journal. En los criterios de inclusión se tomó las opciones de búsqueda como referencia el año de publicación del artículo entre 1900 al año 2021, en cuanto a los criterios de exclusión se realizó un análisis del contenido de los artículos que no se relacionen con investigaciones sobre la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes.

Dentro de los resultados relevantes se destacan las metodologías como: 1) Análisis de correlación, 2) Análisis de componentes principales, 3) Análisis factorial análisis de regresión lineal. Todo esto se utilizó para evaluar y optimizar el proceso de selección de variables e indicadores sobre el tema de investigación y el comportamiento de los datos estadísticos que permiten tomar decisiones para poder diseñar estrategias que permitan elevar tasas de admisión, retención y permanencia dentro de las instituciones de educación superior. Los trabajos de investigación que han sido tomados de referencia en esta temática se destacan por la proximidad de datos que se obtienen y permiten determinar factores positivos y negativos, que influyen en el examen ser bachiller aplicados a los estudiantes de tercer año de bachillerato y el mismo que permite hacer un análisis al sistema educativo y social.

#### IV. RESULTADOS

Para la determinación de resultados en los trabajos de investigación se realizó un análisis exploratorio, analizando los datos que proporcionan métodos sistemáticos sencillos, que permitieron organizar, preparar datos, relación de variables, datos atípicos, datos ausentes comprobación de supuestos.

Los análisis estadísticos de los resultados de las pruebas de estado para el ingreso a educación superior en la Universidad de Santander – Colombia, dejaron como precedente que la investigación ejecutó la correlación de variables académicas y sociodemográficas mediante técnicas multivariantes como: 1) Métodos factoriales cualitativos que analizan variables categóricas, 2) Método factorial cuantitativos que tiene la finalidad de encontrar grupos homogéneos de variables que se correlacionan entre sí en el estudio. Concluyendo, que tres factores bien definidos, originados por las pruebas evaluadas a los estudiantes, lo hacen significativo, los factores son: numérico, verbal y el idioma inglés.

En el estudio, se determinó que el género femenino tiene mejor puntuación, comparándolo con el género masculino, incluyendo la variable de institución educativa de procedencia. El rendimiento es alto en los estudiantes que provienen de instituciones particulares, y regresión cuantil que identifica las medias condicionales por mínimos cuadrados y la estimación para conjuntos de modelos para funciones de cuantiles muestra resultados similares al método factorial [18]. El análisis estadístico permitió realizar un diagnóstico de seguimiento y monitoreo académico que permite realizar planes de contingencia e intervención para garantizar la permanencia en la institución.

El rendimiento académico en los estudiantes influye algunas variables por lo que realiza un análisis de componentes principales a la prueba saber 11 aplicado a instituciones educativas en Colombia, en esta investigación se utiliza la base de datos del instituto colombiano para la evaluación de la educación, ente regulador de la educación superior como referencia se toma 12 274 instituciones y en la minería de datos se aprueba 220 instituciones.

La técnica estadística de componentes principales permite tomar variables centradas y reducidas realizando una matriz de correlaciones o un APC normado con tablas de salida, gráficas de dispersión y sedimentación para determinar si las variables presentan alguna interacción significativa. Los resultados obtenidos con la técnica estadística aplicada se pudo determinar las variables de estudio, el porcentaje de varianza acumulada se disminuyó de doce dimensiones a tres dimensiones, con una pérdida de información del 18% [19].

Los análisis de los factores inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de educación media en el Ecuador, en esta investigación se aplica la técnica estadística de regresión logística, los resultados de aplicación del modelo *logit* se observa que las variables disminuyen la probabilidad de que un estudiante de educación media obtenga un rendimiento satisfactorio en el examen ser bachiller son: género femenino, etnia, edad, tipo de alimentación, ausentismo del docente, influencia del entorno.

Por lo contrario, las variables que aumenta la probabilidad de que un estudiante de educación media obtenga un rendimiento excelente o satisfactorio en el examen Ser Bachiller son: tipo de financiamiento privado, índice socioeconómico, total cobertura de los servicios básicos, instrucción de los padres de tercer y/o cuarto nivel, estudiante que no trabaje, preparación para el examen en propedéuticos privados, empleo de estrategias de estudio del estudiante, asistencia regular a clases del estudiante, alta motivación y dedicación del estudiante, estudiante con altas expectativas de superación y si el estudiante posee una percepción de control interno. Este modelo tiene el mayor poder explicativo (pseudor  $R^2 = 8,56\%$ ) y el mejor ajuste según el estadístico de chi-cuadrado ( $X^2$ ) al 99% de nivel de confianza [16].

Análisis de conglomerados, como herramienta para evaluar el rendimiento académico para estudiantes matriculados de primer y segundo semestre del año 2017, permitió agrupar las variables seleccionadas, tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y su mayor diferencia en distancias. De la función de clúster obtenida y de los estadísticos analizados, se identificaron dos grupos o clústeres claramente definidos y asociados tanto en mayor como en menor grado al rendimiento académico de los estudiantes tomados como unidad de análisis, al momento de estudiar las variables que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes son la edad y la vacancia, entendida esta última como el espacio de tiempo comprendido entre la finalización del bachillerato y el ingreso a la universidad. En este sentido, resulta muy útil encontrar las correlaciones significativas entre dichas variables, para de esta forma hacer una primera aproximación a la posible relación existente entre ellas [20].

## CONCLUSIONES

Las técnicas multivariantes aplicadas en el estudio del rendimiento académico que se ha estudiado se pueden observar que los factores que más influyen son: género, edad, condiciones socioeconómicas, tipo de institución, financiamiento, nivel de instrucción de los padres, ocupación de los padres.

Es importante recalcar que existen dos tipos de datos: no métricos cualitativos que son atributos, características o propiedades categóricas que identifican al sujeto y los métricos cuantitativos que están constituidos de tal forma que los sujetos pueden ser identificados por diferencia entre grados y cantidad, estas son las más apropiadas para medir el rendimiento académico en el contexto educativo.

El uso de múltiples variables como muestra en los casos analizados y la dependencia de su combinación dirige la atención a el error de la media, objetivo de los investigadores es reducir el error de la media representando fiabilidad y validez de los resultados, donde representan el grado de precisión que representa el estudio y la fiabilidad es el grado en que la variable observada mide el valor verdadero y está libre del error. Por lo tanto, el investigador deberá valorar siempre las variables que están siendo usadas y si se pueden encontrar medidas alternativas válidas, elegir la variable con la mayor fiabilidad.

Entre las técnicas aplicadas en el estudio, se evidencia que la más utilizada es el análisis de componentes principales, ya que se centra en la reducción de las características en estudio, a las más contribuyentes en el rendimiento académico.

## REFERENCIAS

- 1] A. C. Contreras, «Situación de la Educación Rural en Ecuador», p. 58, 2015.
- [2] F. J. Murillo, C. Duk, F. J. Murillo, y C. Duk, «The Covid-19 and the Educational Gaps», Rev. Latinoam. Educ. Inclusiva, vol. 14, n.o 1, pp. 11-13, jun. 2020, doi: 10.4067/S0718-73782020000100011.
- [3] D. V. R. Sevilla, «La educación en países en vías de desarrollo: el caso de Ecuador», p. 18, 2020.
- [4] X. Aparicio y M. A. Chinin Macanchi, «El rol de la vinculación en la integración de las funciones sustantivas de la Universidad Metropolitana del Ecuador», Rev. Univ. Soc., vol. 9, n.o 4, pp. 37-43, 2017.

- [5] Chávez Fernanda y Figueroa Jeanette, «Alineación entre el currículo y la evaluación estandarizada: caso de la prueba Ser Bachiller de Matemática en el Ecuador», 2019, Accedido: 22 de octubre de 2020. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6834>
- [6] E. Morales y N. Rojas, «Proceso colaborativo entre universidad y nivel secundario para el fortalecimiento de conocimientos previos en asignaturas críticas (Collaborative process between university and secondary level for strengthening early awareness in subjects reviews)», undefined, 2012. /paper/Proceso-Colaborativo-entre-Universidad-y-Nivel-para-Morales-Rojas/d937de724f2b3912cd99fefdbf90a3d33bdd0a67 (accedido 7 de noviembre de 2020).
- [7] A. P. T. Palomo y E. R. V. Núñez, «Análisis de resultados del examen Ser Bachiller en el dominio matemático», Rev. Cognosis ISSN 2588-0578, vol. 5, n.o 2, pp. 13-32, 2020.
- [8] E. T.-N. del E. y del mundo, «¿Qué debe conocer sobre las pruebas “Ser Bachiller”?», El Telégrafo - Noticias del Ecuador y del mundo, 2 de marzo de 2017. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/lo-que-debe-conocer-sobre-las-pruebas-ser-bachiller> (accedido 22 de octubre de 2020).
- [9] E. Arroyo, «Tendencias Laborales 2021 - Un cambio sin precedentes», Adecco Ecuador, 27 de enero de 2021. <https://adecco.com.ec/tendencias-laborales-2021/> (accedido 11 de octubre de 2022).
- [10] C. M. Cuadras, «Nuevos métodos de análisis multivariante», p. 249.
- [11] M. García. «Análisis multivariado: ¿Qué es y para qué sirve?», <https://www.crehana.com>. <https://www.crehana.com/blog/desarrollo-web/analisis-multivariado/> (accedido 14 de septiembre de 2022).
- [12] R. T. Pereira, X. Caicedo, y A. H. Troya, «Árboles de decisión para predecir factores asociados al desempeño académico de estudiantes de bachillerato en las pruebas Saber 11º», Rev. Investig. Desarro. E Innov. RIDI, vol. 9, n.o 2, p. 12, 2019.
- [13] J. O. Rudy, J. A. Singleton, L. H. Lewis, y R. N. Quick, «Admissions Criteria that Influence Dental Hygiene Students' Performance on Board Examinations», Am. Dent. Hyg. Assoc., vol. 91, n.o 1, pp. 24-29, feb. 2017.
- [14] I. Sandoval, L. Acevedo, J. Echeverría, J. Ortiz, y V. Velastegui, «Modelo matemático de regresión multilínea de la valoración del examen de admisión para la educación superior.», LACCEI Inc, sep. 2018, doi: 10.18687/LACCEI2018.1.1.309.
- [15] M. J. Marquín Triana, «Predicción del rendimiento académico mediante técnicas del análisis multivariado en la asignatura de álgebra lineal», 2017, Accedido: 26 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11059/8356>
- [16] C. G. J. Katherine, T. M. K. Irene, y J. de, «Examen Ser Bachiller: Análisis de los factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de educación media en Ecuador», p. 114.
- [17] P. Evans y F. K. Wen, «Does the Medical College Admission Test Predict Global Academic Performance in Osteopathic Medical School?», J. Osteopath. Med., vol. 107, n.o 4, pp. 157-162, abr. 2007, doi: 10.7556/jaoa.2007.107.4.157.
- [18] M. O. Pérez-Pulido, F. Aguilar-Galvis, G. Orlandoni-Merli, y J. Ramoni-Perazzi, «Análisis estadístico de los resultados de las pruebas de estado para el ingreso a la educación superior en la Universidad de Santander, Colombia», Rev. Científica, vol. 27, n.o 3, Art. n.o 3, dic. 2016, doi: 10.14483/udistrital.jour.RC.2016.27.a3.
- [19] R. R. Ruiz Escorcía, J. B. Arévalo Medrano, G. P. Morillo, y P. B. Acosta-Humánez, «Análisis de componentes principales aplicado a la prueba estatal Colombiana Saber 11», Rev. Espac., 2018, Accedido: 26 de agosto de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/1876>
- [20] R. A. P. Magaña, «El sentido del examen en la educación superior», p. 8.



**Luis Freddy Basantes Moreano**, Ingeniero Automotriz, Mgs 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.



**Lelly María Useche Castro**, Ingeniero Industrial, PhD en Estadística. Directora del Grupo de Análisis Multivariante y Estocástico (G.A.M.E). Instituto de Ciencias Básicas. Departamento de matemáticas y estadística. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

# Residuos lignocelulósicos y método de producción del carbón activado

Vera Raza Betty Betsayda  
<https://orcid.org/0000-0002-4006-2041>  
bvera2793@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo, Ecuador

Mero Intriago Roddy Argenio  
<https://orcid.org/0000-0002-5385-7396>  
rmero3557@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo, Ecuador

Gabriel Alfonso Burgos Briones  
<https://orcid.org/0000-0002-1291-4083>  
gabriel.burgos@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí Portoviejo,  
Ecuador

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

Recibido (23/08/2022), Aceptado (27/10/2022)

**Resumen.** - Los residuos lignocelulósicos corresponden a un gran porcentaje de desechos en el mundo. A lo largo del tiempo se han desarrollado investigaciones para el aprovechamiento de estos. Dichos residuos pueden convertirse en carbón activado. El objetivo del presente artículo científico es efectuar una revisión bibliográfica de investigaciones llevadas a cabo sobre residuos lignocelulósicos y método de producción del carbón activado. La metodología aplicada se basa en el enfoque cualitativo, que busca realizar una comparativa con respecto a los métodos de obtención, sus precursores y cuáles fueron las variables a considerar para la evaluación de calidad. El método de activación química resultó ser el más eficaz, ya que aporta mayor capacidad de adsorción; en cuanto a los residuos lignocelulósicos más factibles a utilizar se encuentran el bagazo de caña de azúcar, la cascarilla de café, el yuyo de papa y el bambú.

**Palabras clave:** Desechos de agricultura, lignocelulosa, activación.

Lignocellulosic waste and activated carbon production method

**Abstract.** - Lignocellulosic waste corresponds to a large percentage of waste in the world. Over time research has been developed for the use of these. This waste can be converted into activated carbon. The objective of this scientific article is to carry out a bibliographic review of research carried out on lignocellulosic waste and activated carbon production methods. The applied methodology is based on the qualitative approach, in which a comparison is sought to the obtaining methods, their precursors, and the variables to be considered for quality evaluation. The chemical activation method turned out to be the most effective since it provides greater adsorption capacity; the most feasible lignocellulosic residues used are sugar cane bagasse, coffee husk, potato weed, and bamboo.

**Keywords:** Agricultural residues, lignocellulosic, activation.

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de desechos de agricultura como materia prima para la producción de carbón activado es un tema importante alrededor del mundo. Por ello, los residuos lignocelulósicos forman parte de la biomasa, procedentes de la agricultura, y están compuesto por tres polímeros (celulosa, hemicelulosa y lignina) siendo utilizados de manera amplia en la preparación de carbones activados para el control de emisiones, como por ejemplo el uso de la cáscara de almendra. Según estudio realizado en Colombia se logró determinar que el zuro de maíz es un recurso agroindustrial potencial para la obtención de carbones activado. Se encontró que el proceso de activación aumentó significativamente el contenido de carbono del zuro de maíz, presentando un incremento de 47% a 74% después de la activación [1]. Además, en estudio efectuado en Cuba deja en evidencia que “el carbón activado es un material renovable que puede obtenerse de diversos materiales como residuos agrícolas y forestales, hulla, lignitos, turba y residuos poliméricos. En el Ecuador se dispone de amplios recursos de biomasa vegetal; por ello en determinadas regiones se efectúa la producción de carbón vegetal de alta calidad. Por ejemplo, el carbón activado obtenido de cascarón de cosos y de residuos forestales, que es procedente de la planta de Baracoa ubicada en la provincia de Guantánamo [1] [2]. Otros estudios lograron la obtención de carbón activado a partir de la cáscara del fruto de la calabaza blanca utilizando tres agentes activantes, ácido fosfórico al 30% y 60%, y cloruro de zinc al 1%; en este país este producto es importado, siendo considerado como una forma de carbono altamente poroso con una capacidad de adsorción muy alta, es utilizado habitualmente en procesos de descontaminación de aguas, recuperación de solventes, control de emisiones, decoloración de líquidos, eliminación de olores, soportes catalíticos y otros [5]. Por su parte, en Ecuador se efectuó un estudio experimental donde se obtuvo carbón activado a partir de tres tipos de aserrín de madera como el canelo, laurel y eucalipto, mediante el método de activación química, obteniendo del laurel el rendimiento más alto del 29% [6]. Consecuentemente, se expone que los métodos de preparación influyen en las características de textura de los carbones activados. Fundamentalmente existen dos métodos para llevar a cabo la síntesis de carbón activado a partir de materiales lignocelulósicos: activación física y activación química [4]. El problema que motivó a estructurar el tema de investigación ha sido el limitado conocimiento sobre métodos de producción del carbón activado a partir de residuos lignocelulósicos. La revisión documental pretende aportar de forma significativa al vacío conocimiento existente sobre el aprovechamiento de los residuos del carbón activado. La hipótesis planteada es la activación química, que es el método más utilizado para la producción de carbón activado con el uso de residuos lignocelulósicos utilizados. Finalmente, como objetivo principal de la investigación se pretende dar a conocer los métodos de producción del carbón activado y cuáles son los residuos más utilizados para su obtención.

El presente trabajo se enfocó en una investigación cualitativa. Se analizó de manera teórica la información relevante sobre residuos lignocelulósicos y los métodos de producción del carbón activado. Los métodos teóricos que guiaron el estudio fueron el inductivo-deductivo y el análisis-síntesis, que pretenden ser utilizados para profundizar en las categorías de la investigación y estudiar los contenidos que requieren de la guía de estos referentes. En este sentido, se efectuó un análisis de los métodos de producción del carbón activado, así como también efectuar la identificación de los tipos de residuos lignocelulósicos utilizados para la obtención de este producto.

## III. RESULTADOS

### A. Residuos lignocelulósicos

La lignocelulosa es el principal componente de la pared celular de las plantas, esta biomasa producida por la fotosíntesis es la fuente de carbono renovable más prometedora para solucionar los problemas actuales de energía y materias primas [5] los residuos lignocelulósicos agroindustriales, son definidos como aquellos residuos o subproductos de cultivos cosechados y que posteriormente han pasado por un proceso de modificación o procesamiento en industrias conserveras, algunos de los residuos lignocelulósicos que podemos mencionar son: madera, bagazo de caña, henequén, sisal, bambú, algodón, plátano, cascarilla de arroz, entre otros. Los materiales lignocelulósicos se componen de lignina, hemicelulosa, y celulosa. La lignina puede considerarse una red polimérica tridimensional al azar formada por unidades de fenilpropano unidas entre sí en diferentes posiciones [6]. La hemicelulosa se compone también de largas cadenas, pero a

diferencia de la lignina contiene pentosas, la composición exacta de la hemicelulosa depende de la fuente del material celulósico. La celulosa está compuesta de largas cadenas de moléculas de glucosa, unidas por enlaces  $\beta$  1-4 glucosídicos, los cuales hacen que la cadena sea recta y de un número de polimerización mayor de 1000 y dependiendo del origen hasta 10,000 a 20,000 [9]. Dentro de los organismos capaces de aprovechar estos materiales encontramos a los hongos que degradan la celulosa y lignina de troncos a través de enzimas que secretan al medio en el que crecen obteniendo así sus nutrientes. La lignina es, después de la celulosa y la hemicelulosa, uno de los polímeros más abundantes en la naturaleza y está presente en la pared celular de los seres vivos del reino vegetal. El objetivo principal de la lignina es dar a la planta el soporte estructural, impermeabilidad, y la resistencia contra el ataque microbiano y el estrés oxidativo. Es insoluble en agua y se considera ópticamente inactiva, todo esto hace que la degradación de la lignina sea muy difícil [10] también menciona que: "La hemicelulosa es una estructura compleja de carbohidratos que consiste en polímeros de diferentes azúcares como xilosa y arabinosa (pentosas), manosa, glucosa y galactosa (hexosas) y ácidos de azúcar el componente dominante de la hemicelulosa de la madera y plantas agrícolas es el xilano, tiene un peso molecular más bajo que la celulosa, y con cadenas laterales cortas que constan de diferentes polímeros de azúcares, fáciles de hidrolizar y sirve como una conexión entre la lignina y las fibras de celulosa y le da al conjunto de celulosa-hemicelulosa lignina rigidez." Los usos y aplicaciones de los residuos lignocelulósicos son extensos y es considerado uno de los materiales más abundantes si a residuos agrícolas se refiere; entre estos usos se menciona algunos de los siguientes: como soporte y sustrato de microorganismos, remoción de metales pesados, preparación de resinas para intercambio iónico, en la industria de papel los residuos lignocelulósicos son utilizados como combustibles, producción de adhesivos, agentes de curtido, reforzadores de polímeros y como precursor para la producción de carbón activado [11], el cual se centrará este artículo.

#### B. Carbón activado

El carbón activado es una forma sólida del carbono que posee una microestructura no gráfica desorganizada que le proporciona una estructura abierta superficial, la cual es responsable de su elevada capacidad de adsorción [12], tiene la capacidad de adsorber compuestos presentes ya sea en un gas o un líquido, debido a su porosidad, esto lo hace el purificante más utilizado en todo el mundo. Los compuestos orgánicos (cómo lo es el carbón activado) se derivan del metabolismo de los seres vivos, y su estructura básica consiste en cadenas de átomos de carbono e hidrógeno. Entre ellos se encuentran todos los derivados del mundo vegetal y animal, incluyendo el petróleo y los compuestos que se obtienen de él. El carbón activado es utilizado en el tratamiento de aguas con el propósito de adsorber, entre otros contaminantes, los metales pesados [13]. Actualmente existe una serie de filtros utilizados para asegurar la calidad del agua potable en el hogar, la mayoría funcionan en base de carbón activado en diferentes presentaciones (granular, entrelazado con fibras de celulosa y en forma de monolitos) los cuales a su vez están impregnados con nanopartículas de diferentes componentes, entre los que destaca la plata (Ag) pero estos suelen ser tener un costo elevado al ser productos importados, por lo cual son difíciles de ser adquiridos masivamente [14]. El carbón activado consta de su estructura microporosa gracias a la superficie específica, la cual es una característica que se aplica en sólidos con granos o partículas, tales como el carbón activado, esta medida es relevante ya que en ella se desarrollan muchos procesos físicos y químicos de este tipo de materiales. Esta superficie facilita la formación de partículas gracias a la presencia de grupos carboxílicos, fenólicos, cetonas, quinonas, hidroquinonas y aldehídos que le dan al carbón activado la particularidad de material adsorbente; la presencia de estos grupos ácidos en la superficie específica del carbón activado, pueden elevarse con la adición de soluciones de ácido nítrico o fosfórico [15]. La química superficial del carbón

activado tiene una naturaleza anfótera debido a la coexistencia de grupos superficiales ácidos y básicos; la concentración y la fuerza de estos grupos va a determinar si un carbón es ácido o básico, el contenido de heteroátomos también puede modificar las propiedades ácido-base de las disoluciones que se ponen en contacto con el carbón, o puede aumentar la acidez superficial, posibilitando su actuación como catalizador, se puede deducir que un carbón de tipo básico será preferible para la adsorción de compuestos ácidos que un carbón de tipo ácido y viceversa. Asimbaya [2] menciona que: Las propiedades del carbón activado dependen del material a partir de cual se obtuvo y su estructura será distinta en función de la materia prima que lo generó. Eso indicaría que a partir de diferentes residuos lignocelulósicos se pueden obtener carbones activos con diversas cualidades. Por otra parte, Filipin [10] argumenta que: La adición de productos químicos como el ácido fosfórico, cloruro de zinc, o hidróxido potásico pueden aumentar la porosidad del material carbonoso, debido a que este contiene gases oxidantes. La capacidad de remoción del carbón activado está influenciada por la superficie activa, debido a su elevado y variado grado de porosidad; sin embargo, un aspecto influyente en el proceso de adsorción lo constituye la química superficial del material adsorbente [17].

### C. Características fisicoquímicas del carbón activado

El carbón activado es un adsorbente muy versátil, gracias al tamaño y distribución de sus poros en la estructura carbonosa le confieren posibilidades de utilización en la purificación en fase gaseosa y líquida [18]. Considerar la superficie del carbón activado es fundamental para analizar sus características fisicoquímicas; se denomina a esta como el área de la superficie por unidad de masa ( $m^2/g$ ). Constituye la suma del área de la superficie de todas las partículas que forman un gramo de material [19]. En el caso de los carbones activados, la superficie de las partículas presenta una alta reactividad físico-química con el medio, lo que implica la existencia de fenómenos como la adsorción de cationes y moléculas de agua o variación de la carga eléctrica y de las fuerzas de atracción-repulsión entre partículas en función del pH, salinidad y temperatura del medio [18], menciona que: “La superficie de los carbones puede encontrarse combinada, en mayor o menor proporción, con otros átomos o grupos de átomos distintos al carbono (heteroátomos), entre los que figuran los grupos carboxílicos, lactonas, fenólicos y carbonilos como principales grupos de carácter ácido y los grupos básicos algunos autores lo atribuyen a los grupos pirona, cromeno y electrones  $\pi$  deslocalizados en las capas del grafeno”. Esto nos indica que estos átomos antes mencionados de carácter básico y ácido están relacionados directamente con el producto de obtención final y que esto afectará en el análisis proximal del carbón activado. Hernández establece que: La capacidad de remoción de los adsorbentes no está determinada solamente por sus características texturales, sino a que los grupos químicos existentes en la superficie ejercen un papel distintivo, producto a las interacciones específicas con el adsorbato. El análisis proximal es la vía la cual se determinan los porcentajes de humedad, compuestos volátiles, cenizas y carbono fijo del carbón activado. La materia prima utilizada en el proceso de obtención del carbón activado, son, generalmente cortezas de frutos secos, cáscaras de frutas como el coco, naranja, turba, pulpa de café, palmeras, aserrines, maderas, y residuos que contengan mayormente cantidades significativas de lignina, celulosa y hemicelulosa.

**Tabla 1.** Datos de caracterización fisicoquímica del carbón activado obtenido de varias materias primas.

<b>Autores</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Compuestos volátiles (%)</b>	<b>Cenizas (%)</b>	<b>Carbono fijo (%)</b>	<b>Precursor</b>
(Asimbaya, 2015)	9,69	78,55	1,38	10,38	Laurel
	8,21	85,74	0,16	8,21	Canelo
	5,69	86,11	0,25	5,69	Eucalipto
(Velázquez, 2010)	Base seca	73,88	1,46	24,65	Bambú ( <i>Bambusa vulgaris</i> )
(Sánchez, 2018)	26,70	18,13	31,99	62,92	Bambú ( <i>guadua angustifolia kunth</i> )
(Díaz, 2002)	7,42	67,42	2,61	29,97	Cuesco de palma africana
(Rodríguez, 2020)	15,08	75,60	4,94	21,06	Yuyo de papa
(Solís, 2012)	9,33		0,9		Cascarilla de café
	7,15		4,5		Cáscara de naranja
	6,9		13		Bagazo de caña de azúcar

Elaboración propia.

En la Tabla 1 se muestran las variables evaluadas para el análisis proximal utilizado para la caracterización de carbones activados obtenidos de diferentes precursores. Asimbaya, quién evaluó tres aserrines: laurel canelo y eucalipto; menciona que el laurel obtuvo el rendimiento más alto, con una partícula comprendida entre 74 y 150µm, este rendimiento se refiere a que la cantidad de carbón activado resultante está en función de la cantidad de carbono fijo, es decir, a mayor porcentaje de carbono fijo en la muestra, mayor será el rendimiento del carbón activado obtenido; en caso del mejor absorbente fue producido a partir del aserrín de canelo con un tamaño de partícula de 74-150µm al igual que el laurel, se menciona también que el aserrín de canelo presentó un índice de yodo de 740 mg I<sub>2</sub>/g de carbón. Velásquez argumenta que el porcentaje de materia volátil influye en la porosidad mediante una activación adecuada ya que, el carbón al activarse va dejando espacios de volumen vacíos para adsorber moléculas de tamaño menor a esos poros, el resultado del rendimiento del bambú fue del 80% el cuál reveló que la utilización del bambú como precursor de carbón activado es viable bajo condiciones óptimas, de las cuales se hablará más adelante.

En la investigación de Sánchez se puede observar gran disparidad en sus resultados con respecto a los autores anteriores, sin embargo, el bambú de la variedad *guadua angustifolia kunth* muestra gran porcentaje de carbono fijo, lo que lo vuelve un excelente precursor de carbón activado. Por otra parte, en el caso de la utilización de cuesco de palma africana como precursor, Díaz obtuvo resultados de carbono fijo y material volátil altos, mientras que los porcentajes de humedad y cenizas fueron bajos, esto es indicativo de que estos valores son adecuados para preparación de carbones activos; también menciona que estos resultados son comparables con otros precursores como madera, cáscara de nuez y cáscara de coco. En el caso del yuyo de papa como precursor, Solís concluye que se obtuvieron valores de análisis proximal similares a los establecidos por el bagazo de caña, que es una de las materias primas de las cuales se elabora carbón activo principalmente, se obtuvo un porcentaje de humedad por

debajo del 50% lo que es óptimo para que el proceso de incineración o conversión térmica sean aceptables, así mismo los valores de cenizas fueron favorables dado que la un porcentaje alto de estas puede afectar principalmente el adsorción de moléculas orgánicas y la quimisorción de oxígeno; en cuanto a parámetros de carbono fijo y materia volátil fueron superiores al de los materiales precursores agroindustriales utilizados comúnmente, estos son indicadores de la facilidad con la cual se produce la ignición, en cuanto mayor sea, menor será el tiempo de residencia hasta llegar a la combustión completa. Por último en la caracterización del carbón activo obtenido de los precursores: cascarilla de café, cáscara de naranja y bagazo de caña de azúcar, en los cuales se evaluó la humedad y el contenido de cenizas; el bagazo de caña se alcanzó un porcentaje del 98% de remoción de color e indicando que las mayores capacidades de adsorción se obtuvieron con este adsorbente, la cascarilla de café fue el segundo adsorbente más efectivo mientras que la cáscara de naranja obtuvo resultados de relevancia menor bajo las condiciones planteadas.

Dentro de los procesos de obtención del carbón activo existen técnicas y métodos de los cuales se puede optimizar dicho proceso, los cuales se detallarán a continuación:

#### D. Activación física (térmica)

Esta es la más utilizada, como materia prima emplea el carbón vegetal granulado, obtenido previamente en métodos de carbonización a temperaturas entre 400 a 600 °C; este es sometido a una molienda, enseguida clasificado, empleando tamices de diferentes tipos de abertura, con el propósito de uniformizar el tamaño de partículas antes de la activación, una vez clasificado, se coloca dentro de un lecho de activación (construido en material resistente a altas temperaturas) por donde se hace pasar corrientes de gas a temperaturas entre 800 a 1000 °C; como gases para la activación se emplea el vapor de agua, dióxido de carbono, cloro, gases provenientes de una combustión u otros gases que actúan sobre los materiales volátiles, provocando su arrastre y separación de la estructura del carbón [21].

#### E. Activación química

Este método consiste en utilizar ya sea cloruro de zinc, ácido fosfórico, ácido nítrico y otros reactivos para así lograr una transformación en carbón que adquiere propiedades con gran actividad y poder adsorción; este proceso es aplicado directamente a la materia prima, a diferencia del método físico donde debe existir una carbonización previa; esta activación se realiza en una retorta con temperatura entre 500 a 900°C, una vez terminado el proceso se deja enfriar y se lava el carbón para recuperar el agente activador, luego el carbón activado se filtra y se seca [20]. La activación química con  $ZnCl_2$  fue el método más usado hasta 1970, especialmente para la activación de residuos de madera; sin embargo, se ha restringido debido a los problemas medioambientales que conlleva el uso del  $ZnCl_2$  no obstante, algunos países como China aún siguen usando este método para producir carbón activado [25]. Los métodos de obtención del carbón activado han sido evaluados a lo largo de la historia de la ciencia con el fin de optimizar el proceso y desarrollar nuevas opciones para el aprovechamiento ya sea de la materia prima y/o de los ácidos que se utilizan para la activación [26].

**Tabla 1.** Datos de caracterización fisicoquímica del carbón activado obtenido de varias materias primas.

<b>Autores</b>	<b>Activación química</b>	<b>Activación física (térmica)</b>
(Solís., 2012)	Ácido fosfórico $H_3PO_4$ (20%) T=500°C t=16h	600°C 1min/g de muestra
(Rodríguez, 2020)	Ácido fosfórico (20%) Hidróxido de zinc (10%) Cloruro de zinc (40%) T= 110°C t=8h	Con flujo de $N_2$ , para crear una atmosfera inerte, T= 400°C, t=30 minuto
(Correa & Chávez, 2010)	Ácido nítrico $HNO_3$ (21%) T=90°C t=30min	
(Díaz., 2002)	Carbonato de potasio (25%) T=900°C t=1h	Velocidad de calentamiento 10°C/min con flujo de $CO_2$ T <sub>f</sub> = 600,750 y 900°C
(Velázquez., 2010)		Se evaluaron T=(450; 550 y 650) °C con tiempos de activación de 60, 130 y 180 min

Elaboración propia.

Chávez evaluaron la adsorción del carbón activado con ácido nítrico (el cual pasó por un proceso de pirólisis posteriormente) utilizando una solución acuosa de  $Cd^{2+}$  como medio para probar su eficiencia; sus resultados demostraron que los materiales sintetizados exhiben una mayor adsorción de  $Cd^{2+}$ , comparados con aquellos carbones comerciales y que mayor capacidad de adsorción de  $Cd^{2+}$  fue 11, 60 y 180 mg/g para el carbón comercial, original y activado, respectivamente. Por otra parte, Díaz menciona que la utilización de ambos métodos, presentaron diferencias de valores en el área superficial y volumen de microporo del carbón activado obtenido, los cuales se determinaron mediante isoterma de nitrógeno; el más bajo desarrollo de porosidad lo presentaron los carbonizados a 900°C y los de activación química a 800°C. Por último, Velázquez realizó un análisis estadístico para con el objetivo de encontrar las mejores condiciones de activación física, utilizando un modelo de primer orden; las cuales fueron, una temperatura de activación de 550°C y un tiempo de activación de 122,76 min, esto luego de la caracterización física del carbón activado el cual obtuvo una porosidad del 85,35% y una humedad del 4,63%.

En la tabla 2 se observan las diferentes condiciones en las que fueron evaluados los métodos de obtención para carbones activados. Para Solís quienes realizaron una comparación entre los dos métodos mencionan que: En particular, el proceso de activación química de los precursores utilizados con empleo de ácido fosfórico como agente activante tuvo varias ventajas con respecto al proceso de activación física, ya que se alcanzaron mayores rendimientos y capacidades de adsorción; además la utilización de este activante bajo diferentes cantidades y tiempos de impregnación no mostró diferencias en la capacidad para la remoción de color. En el caso de Rodríguez la activación física no fue favorable dado que se obtuvo el 24.25% de la masa

utilizada en el proceso de carbonización; sin embargo, la activación química con hidróxido de potasio presentó mayor rendimiento debido a que existió menor pérdida durante el proceso de lavado, en comparación del ácido fosfórico y el cloruro de zinc, ya que para lograr el pH neutro requirieron de una mayor cantidad de lavados lo que ocasionó una pérdida de material. Correa y Chávez evaluaron la adsorción del carbón activado con ácido nítrico (el cual pasó por un proceso de pirolisis posteriormente) utilizando una solución acuosa de Cd(2+) como medio para probar su eficiencia; sus resultados demostraron que los materiales sintetizados exhiben una mayor adsorción de Cd(2+), comparados con aquellos carbones comerciales y que mayor capacidad de adsorción de Cd(2+) fue 11, 60 y 180 mg/g para el carbón comercial, original y activado, respectivamente. Por otra parte, Díaz menciona que la utilización de ambos métodos, presentaron diferencias de valores en el área superficial y volumen de microporo del carbón activado obtenido, los cuales se determinaron mediante isotermas de nitrógeno; el más bajo desarrollo de porosidad lo presentaron los carbonizados a 900°C y los de activación química a 800°C. Por último, Velázquez realizó un análisis estadístico para con el objetivo de encontrar las mejores condiciones de activación física, utilizando un modelo de primer orden; las cuales fueron, una temperatura de activación de 550°C y un tiempo de activación de 122,76 min, esto luego de la caracterización física del carbón activado el cual obtuvo una porosidad del 85,35% y una humedad del 4,63%.

## CONCLUSIONES

Los residuos lignocelulósicos al ser el material más abundante dentro de los que se considera desperdicio en el área agraria y agroindustrial es uno de los precursores más utilizados por la industria para elaborar carbón activado, es relevante señalar que debe existir mayor control en el aprovechamiento de estos residuos dada la crisis ambiental en la actualidad; dado que el carbón activo cumple un papel muy importante en la industria de aguas y alimentos por su capacidad de adsorción de materia no deseada en estos; por otro lado, como se ha podido analizar los métodos de producción del carbón activado, se concluye que el método por activación química es el más eficaz en cuanto a características fisicoquímicas presentó el material final, sin dejar de lado que estas características se ven influenciadas por el material lignocelulósico que se utilice y el cual está influenciado por el contenido de lignina, celulosa y hemicelulosa que estos presenten.

El estudio de aprovechamiento de residuos agrícolas y/o alimentarios planteados como materia prima para la obtención de materiales descontaminantes como lo es el carbón activado, forma parte de la solución para retardar el cambio climático, siendo este de vital importancia, no solamente a nivel regional, si no mundial; y que debe ser considerado prioritario en todas las entidades científicas.

## REFERENCIAS

- [1] A. Amaringo y A. Hormaza, «Determinación del punto de carga cero y punto isoeléctrico de dos residuos agrícolas y su aplicación en la remoción de colorantes,» Revista de investigación agraria y ambiental, vol. 4, n° 2, 2013.
- [2] C. Asimbaya, D. Endara, V. Guerrero y N. Rosas, «Obtención de Carbón Activado a partir de Residuos Lignocelulósicos de Canelo, Laurel y Eucalipto,» Revista Politécnica, vol. 6, n° 3, pp. 1-6, 2015.
- [3] K. Reátegui, «Obtención de carbón activado a partir de cáscara del fruto de la calabaza (*Curcubita ficifolia* Bouché),» Universidad Nacional Agraria de la Molina, 2017.
- [4] V. Bello, P. Fernández, J. Ramos y R. Reyes, «Fabricación de carbón activado granular a partir de dos residuos agrícolas,» Revista Bol. Grupo Español Carbón, n° 36, pp. 22-26, 2015.
- [5] C. Bardales, J. Cabos, C. León y E. Jara, «Enriquecimiento proteico de los principales residuos lignocelulósicos agroindustriales de la Región La Libertad con la asociación mixta de *Trichoderma reesei*, *Chaetomium cellulolyticum* y *Candida utilis* para alimentación animal,» Revista Arnelo, vol. 27, n° 1, pp. 99-114, 2020.

- [6] W. G. Cortés, «Materiales lignocelulósicos como fuente de biocombustibles y productos químicos,» Tecno Esufa, p. 3, 2011.
- [7] A. Oviedo y J. Vinuesa, «Residuos lignocelulósicos y sus usos: una revisión,» InfoANALÍTICA, vol. 8, n° 2, 2020.
- [8] A. Filippín, N. Luna, M. Pérez y M. Pozzi, «Obtención y caracterización de carbón activado a partir de residuos olivícolas y oleícolas por activación física,» Revista Avances en Ciencias e Ingeniería, vol. 8, n° 3, pp. 59-71, 2017.
- [9] E. Aylas, G. Picasso y M. Sun, «Modificación ácida del carbón activado y la influencia del grupo sustituyente en la absorción de compuestos fenólicos,» Revista de la Sociedad Química del Perú, vol. 82, n° 3, pp. 339-351, 2016.
- [10] G. Cruz, M. Gómez, R. Keiski, J. Santiago, J. Solís y M. Velásquez, «Estudio de carbones activado impregnados con quitosano y su comparación con carbones comerciales,» Revista Soc Quim Perú, vol. 82, n° 3, pp. 373-384, 2016.
- [11] M. Hernández, A. Otero, J. F. Hernández y Y. Yperman, «Características fisicoquímicas del carbón activado de conchas de coco modificado con HNO<sub>3</sub>,» Revista Cubana de Química, vol. 29, n° 1, pp. 26-38, 2017.
- [12] M. Hernández, A. Otero, J. Falcon y Y. Yan, «Características fisicoquímicas del carbón activado de conchas de coco modificado con HNO<sub>3</sub>,» Cub Quim, vol. 29, n° 1, pp. 26-38, 2017.
- [13] P. Rodríguez, L. Giraldo y J. C. Moreno, «Oxidación de la superficie del carbón activado mediante HNO<sub>3</sub> Y H<sub>2</sub>O: Efecto sobre la remoción de níquel (II) en solución acuosa,» Revista Colombiana de Química, vol. 40, n° 3, pp. 339-364, 2011.
- [14] A. Velásquez, E. Bolaños y Y. Pliego, «Optimización de la producción de carbón activado a partir de bambú,» Revista Mexicana de Ingeniería Química, vol. 9, n° 3, pp. 359-366, 2010.
- [15] C. Sánchez, «Caracterización de carbón activado a partir de bambú "Guagua angustifolia kunth" utilizando el método químico,» Repositorio Universidad Nacional Agraria La Molina, 2018.
- [16] C. Díaz, N. Briceño, M. Baquero, L. Giraldo y J. Moreno, «Caracterización textural y química de carbón activado obtenido a partir de hueso de palma africana a diferentes condiciones de temperatura y tiempos de carbonización,» Revista Colombiana de química, vol. 31, n° 1, pp. 119-129, 2002.
- [17] I. Rodríguez, «Elaboración y caracterización de carbón activado a partir de residuos agroindustriales para reducir fluoruros en aguas de consumo,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2020.
- [18] J. Solís, M. Morales, R. Ayala y M. Durán, «Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción del color del jugo de caña,» Tecnología, ciencia y educación, vol. 27, n° 1, pp. 36-49, 2012.
- [19] Á. Sevillano y P. Torres, «Obtención de carbón activado a partir de madera,» Universidad Nacional de Cuyo, pp. 66-72, 2013.
- [20] A. Correa y L. Chávez, «Producción y caracterización de carbón activado usando vaina de frijol: extracción de Cd<sup>+2</sup> en solución acuosa,» Ingenierías, vol. 8, n° 48, 2010.



**Betty Betsayda Vera Raza** es egresada de la carrera de Ingeniería Química, 23 años, nacida en la Ciudad de Guayaquil.



**Roddy Argenio Mero Intriago** es egresado de la carrera de Ingeniería Química, 29 años, nacido en la Ciudad de Santa Ana, parroquia Honorato Vázquez Ayacucho.

# Métodos multivariantes aplicados a la ecología forestal en bosque seco

Castro-Villares Jefferson Javier  
<https://orcid.org/0000-0001-8359-5457>  
castrojavier1996@hotmail.com  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

Salas-Macías Carlos Alfredo  
<https://orcid.org/0000-0002-1641-1571>  
carlos.salas@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

Montes-Escobar Karime  
<https://orcid.org/0000-0002-9555-0392>  
karime.montes@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

Recibido (24/08/2022), Aceptado (29/10/2022)

**Resumen.** - La ecología estudia las relaciones entre los seres vivos, ambiente, distribución, abundancia, y cómo esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y el medio ambiente en el que viven (hábitat), así como la influencia que cada uno de los seres vivos tiene sobre el medio ambiente. Los métodos estadísticos son fundamentales para el tratamiento de los datos y divulgación de la información, en este sentido, la investigación se enfoca en exponer las técnicas multivariantes aplicadas para el análisis de las relaciones de especies arbóreas y características fisicoquímicas del suelo. La metodología consistió en la revisión de artículos relacionados con palabras claves como "Bosque seco", "estadística multivariante", "ecología". Entre los resultados de relevancia destacan el análisis canónico de correspondencia, análisis factorial, y dendrogramas.

**Palabras clave:** Bosque seco, estadística multivariante, ecología.

Multivariate methods applied to forest ecology in dry forest

**Abstract.** - Ecology studies the relationships between living beings, environment, distribution, and abundance, and how these properties are affected by the interaction between organisms and the environment in which they live (habitat), as well as the influence each living being has on the environment. Statistical methods are fundamental for the treatment of data and dissemination of information. The research focuses on exposing the multivariate techniques applied to analyze the relationships between tree species and the physical-chemical characteristics of the soil. The methodology consisted of reviewing articles related to keywords such as: "dry forest," "multivariate statistics," and "ecology." Among the relevant results, the canonical correspondence analysis, factor analysis, and dendrograms stand out.

**Keywords:** Dry forest, multivariate statistics, ecology.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde su origen, la especie humana ha sobrevivido explotando elementos de su entorno, no solo extracciones esporádicas en algunas zonas, sino uso desproporcionado de los recursos [1], [2] lo cual produce un deterioro y extinción de especies [3], [2]. Al respecto, varios autores coincidieron en que los futuros impactos del cambio climático podrían alterar el funcionamiento de los ecosistemas debido a una mayor estacionalidad [4], [2], la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) propuso recientemente la creación de una lista roja de ecosistemas. El modelo incluye cinco criterios para evaluar el riesgo de colapso del ecosistema, los cuales son: a) Reducción en la distribución geográfica, b) Distribución geográfica restringida, c) Degradación ambiental, d) Interrupción de los procesos o interacciones bióticas y e) Análisis cuantitativo que estima la probabilidad de colapso del ecosistema [5], [2].

Considerando estos criterios, es probable que el ecosistema del bosque seco sea susceptible al ser categorizado como amenazado según los criterios UICN [5][6], dado que estos ecosistemas son afectados en diferente medida por algunas actividades antropogénicas (extracción de madera, conversión del uso de la tierra, incendios forestales, pastoreo, condiciones climáticas extremas), lo cual ha provocado una extrema fragilidad en su conservación y estabilidad ecológica [7], [8], [9].

En el Ecuador, los bosques secos se encuentran distribuidos en dos áreas: sobre la costa pacífica centro (Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas) y, en la costa sur y estribaciones occidentales de los Andes (El Oro y Loja). Originalmente el 35% del Ecuador occidental estaba cubierto por bosque seco, se estima que el 50 % habría desaparecido [10], debido a fuertes presiones de origen antropogénicas y climático que inciden directamente sobre el entorno en que se desarrollan los organismos [2].

En términos generales la relación entre factores edáficos y desarrollo de especies forestales depende de la producción y velocidad de descomposición de los residuos orgánicos aportados por el dosel del bosque condicionado por el espesor de la hojarasca acumulada sobre el suelo, siendo las hojas la fracción mayoritaria de este material. En los sistemas forestales, la descomposición de la hojarasca es la principal vía de entrada de los nutrientes en el suelo y es uno de los puntos clave del reciclado de la materia orgánica y nutrientes [11], las condiciones de reciclaje de nutrientes depende de factores bióticos (insectos, hongos, microorganismos) y abióticos (temperatura, precipitación, humedad del suelo) [12], condiciones escasas en el bosque seco por ende se reduce el aporte de nutrientes, en este sentido el presente trabajo tiene como objetivo aplicar métodos estadísticos para relacionar la abundancia de especies arbóreas y las propiedades fisicoquímicas del suelo.

## II. DESARROLLO

### A. Ecología

La ecología estudia las relaciones entre los seres vivos, su ambiente, la distribución, la abundancia, y cómo esas propiedades son afectadas por la interacción entre los organismos y el medio ambiente en el que viven (hábitat), así como la influencia que cada uno de los seres vivos tiene sobre el medio ambiente [13], el crecimiento y desarrollo de un árbol en un lugar determinado está condicionado por la información que alberga en su material hereditario y por las múltiples circunstancias externas que lo rodean y que en general reconocemos como su ambiente. Esta permanente interacción genotipo-ambiente genera un continuum de respuestas que se manifiestan en el fenotipo de cada individuo. Tradicionalmente se distinguen los componentes físicos del ambiente (temperatura, precipitación y condiciones edáficas) y los componentes biológicos (predadores, competidores, organismos simbiotes, entre otros), todos ellos tienen su incidencia no sólo en el adecuado desarrollo de cada individuo, sino también en el éxito reproductivo y la propagación de la especie en un territorio [14].

### A. Técnicas multivariantes

En diferentes campos del conocimiento, el análisis numérico de la información frecuentemente se realiza por medio de distintos cálculos estadísticos. Actualmente, se encuentran disponibles métodos que otorgan nuevas posibilidades de tratamiento cuantitativo, que ciertamente no sería posible realizar con los procedimientos tradicionales uni y bivariantes. Estos métodos, integrados por una serie de técnicas de análisis de datos que forman parte de la rama de la Estadística conocida como análisis multivariante, resultan de gran utilidad para llevar adelante estudios tanto de dependencia como de interdependencia entre variables. Podría decirse que el análisis multivariante se inició con la utilización de la regresión lineal por parte de Gauss en 1809 y, posteriormente, por otros estadísticos como Markov en 1900, en tanto que las técnicas más recientes tuvieron origen en los años treinta. En el presente, se encuentran disponibles diversos programas informáticos (R, SPSS, S-PLUS, AMOS, STATA, Mplus, SAS, EQS, SAS Calis, entre otros), los cuales incluyen procedimientos razonablemente sencillos para aplicar la mayoría de las técnicas del análisis multivariante de datos [15]

Los objetivos que persigue el análisis multivariante podrían sintetizarse del siguiente modo:

- Proporcionar métodos cuya finalidad es el estudio conjunto de datos multivariantes, lo que a través del análisis estadístico uni y bivalente no es posible lograr.
- Ayudar al investigador a tomar decisiones óptimas en el contexto en el que se encuentre teniendo en cuenta la información que aporta el conjunto de datos analizado [15].

Entre los análisis estadísticos multivariantes aplicados en estudios de ecología forestal, se presentan las empleadas en los trabajos de:

La referencia [16], muestra un estudio de calidad de suelo y sucesión vegetal en andosoles forestales de las Islas Canarias, en el cual se aplicó un Análisis de la vegetación mediante TWINSpan, Análisis de Correspondencia Corregido (DCA) para determinar la relación de especies por su distribución, un Análisis Canónico de Correspondencia (CCA) para establecer las relaciones existentes entre la composición florística y las propiedades del suelo, con el apoyo de estos análisis se determinó:

- Fayal-Brezal húmedo: Erica arborea, Myrica faya, Laurus azorica, Viola riviniana, poseen preferencias por ambientes húmedos y sombreados.
- Fayal-Brezal xérico: E. arborea, M. faya, L. azorica, Chamaecytisus proliferus, preferencia por un sotobosque típico de sitios secos y soleados.
- Matorral húmedo: Pteridium aquilinum, posee preferencia por ambientes húmedos.
- Matorral xérico: formación de matorral caracterizada por la presencia de especies fotófilas tales como Ch. proliferus.

Las formaciones xéricas, en base a su composición florística, presentan diferencias significativas con respecto a las formaciones húmedas en cuanto al estado de humedad del suelo en profundidad, en algunas propiedades ándicas y en la disponibilidad de fósforo. Las comunidades arbóreas se han desarrollado sobre suelos más profundos y menos pedregosos que en el caso del matorral y además tienen valores significativamente más altos de materia orgánica (total y humificada), de metales complejados con la materia orgánica, de capacidad de retención de agua, de retención de fosfato y de fracción fina.

La referencia [17], señala una investigación del efecto del estadio sucesional del bosque sobre la relación hospedadores-orquídeas epífitas en la estación biológica Pindo Mirador, Ecuador en el cual se aplicó un Análisis de Correspondencia Canónico entre variables de la estructura del bosque y los registros de epífitas por parcelas, obteniendo dos grupos, uno relacionado con el bosque secundario, donde se obtuvo la dispersión del muestreo, poco efecto de variables; influencia de aquellas más vinculadas a una dinámica próxima a los impactos de las talas forestales como el predominio de arbóreos de menor dimensión diamétrica y un mayor porcentaje en la apertura del dosel. Por otra parte, en el bosque primario hay un mayor efecto de variables relacionadas con una estructura de bosque maduro (mayor altura de los árboles y fustes, la abundancia de los arbóreos y las mayores dimensiones diamétricas de sus fustes).

La referencia [18], indica un estudio de la Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador, en donde se realizó un Análisis Canónico de Correspondencia (CCA) para establecer las relaciones entre las variables ambientales y especies, determinando una correspondencia de un 48,44 % con relación a las variables topográficas donde sobresalen las variables pedregosidad, textura y fisiografía y un 56,13 % con las variables químicas del suelo lo que indica que en su mayoría estas tienen una fuerte correlación con los parámetros N, P, K, pH y MO.

La referencia [19], muestra un estudio de Propuesta tipológica forestal para los bosques de Quercus pyrenaica de la comarca del Bierzo del noroeste de España, aplicando estadística multivariante a las parcelas del tercer Inventario Forestal Nacional. Las etapas del análisis estadístico fueron análisis factorial, confección de dendrograma para determinar el número de tipos, y análisis discriminante para hallar las variables con mayor poder de discriminación, luego de la aplicación de dichos análisis se determinó en el AF el grado de correlación entre las variables originales resultó cercano a cero, indicando una alta correlación entre las variables del modelo, el dendrograma de agrupamiento estableció seis tipos de clasificación tipológica:

- Tipo latizal bajo de baja densidad corresponden a bosques de aspecto juvenil, acompañados ocasionalmente por algunos árboles de diámetros mayores en estratos superiores, en este tipo se agrupó el mayor porcentaje de parcelas con un 30% del total.
- Tipo latizal alto este tipo constituye un conjunto de alta homogeneidad en su dispersión diamétrica, lo que otorga una fisonomía de bosque, este tipo está representado en las parcelas con un 27%.
- Tipo latizal bajo de alta densidad posee una fisonomía similar al latizal bajo, en cuanto a su condición de desarrollo y la presencia ocasional de árboles en estratos superiores, representa un 16% de las parcelas.
- Tipo fustal joven corresponde a bosques en que los árboles presentan claramente un desarrollo fustal con diámetros menores en torno a los 25 cm, aunque en algunos casos puedan estar acompañados por individuos de menor talla, lo que es sugerido por la presencia, aunque escasa, de fustes finos, en este tipo agrupa sólo un 10% de las parcelas.
- Tipo de bosques mixtos corresponde a bosques con predominancia de rebollo y la presencia de otras especies arbóreas, estos bosques representaron el 13% del total de parcelas.
- Tipo fustales adultos de baja densidad son bosques de fisonomía claramente adulta y sobre madura en que los diámetros se encuentran en torno a los 70 cm, superando en ocasiones un metro, representan el 1% de las parcelas.

Las variables principales de agrupamiento determinadas por el análisis discriminante fueron: espesor, distribución diamétrica y composición específica, determinando ventaja del método la depuración de variables principales en un gran grupo de datos, considerando que cada asociación forestal acentuará características propias y no necesariamente idénticas a otras. La clasificación de los árboles según su tamaño diametral ofrece buenos resultados para discriminar.

Las variables principales de agrupamiento determinadas por el análisis discriminante fueron: espesor, distribución diamétrica y composición específica, determinando ventaja del método la depuración de variables principales en un gran grupo de datos, considerando que cada asociación forestal acentuará características propias y no necesariamente idénticas a otras. La clasificación de los árboles según su tamaño diametral ofrece buenos resultados para discriminar.

La referencia [20], señala una investigación sobre la influencia de las características ambientales en la composición florística de un bosque seco tropical del recinto Tacusa del cantón Esmeraldas, donde se aplicó un análisis canónico de correspondencia para determinar la relación de las especies forestales con las relaciones fisicoquímicas del suelo, obteniendo como resultado que los macroelementos y microelementos se relacionan con las especies de mayor índice de valor importancia debido que algunos nutrientes son absorbidos de mayor cantidad a diferencia de otros, generando fuente de energía que exponen estos elementos para poder funcionar de una adecuada manera en la naturaleza.

Las especies Mata palo (*Ficus obtusifolia*), Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*), Caoba (*Platymiscium pinnatum*), Guabo (*Inga sp.*), Guayacán (*Tabebuia chrysantha*), este tipo de unidades presenta texturas de suelo arcillosos y elementos ambientales como N. (Nitrógeno), Cedro (*Cedrela odorata*), Mambla (*Erythrina poeppigiana*), Jigua (*Ocotea sp.*), Zabaleta (*Calophyllum brasiliense*), Caucho (*Castilla elástica*), este tipo de parcela presenta una textura de suelo arenoso, limoso y variables ambientales como Mg (Magnesio), B (Boro), Amarillo (*Centrolobium ochroxylum*), Guayabo monte (*Psidium guajava*), Cabo de Hacha (*Machaerium millei*), Bálsamo (*Myroxylon balsamum*), en estas unidades se encontró elementos como Materia orgánica y pH. Muyuyo de monte (*Cordia lutea*), Moral Fino (*Maclura tinctoria*), Laurel (*Cordia alliodora*), esta parcela muestra las variables ambientales como: Mn (Manganeso), K (Potasio), Ca (Calcio), Cu (Cobre), P (Fósforo), Fe (Hierro), Zn (Cinc), S (Azufre), encontradas en el área del bosque.

Guayabo monte (*Psidium guajava*), Bálsamo (*Myroxylon balsamum*), Muyuyo de monte (*Cordia lutea*), esta unidad presenta los elementos ambientales como: K (Potasio), pH y textura arcillosa del suelo.

Cabo de Hacha (*Machaerium millei*), Amarillo (*Centrolobium ochroxylum*), Laurel (*Cordia alliodora*), Moral fino (*Maclura tinctoria*), esta unidad muestra las variables ambientales como: Ca (Calcio), Fe (Hierro), S (Azufre), Zn (Zinc), P (Fósforo) y presenta una textura arenosa, limosa en el suelo.

Fernán Sánchez (*Triplaris cumingiana*), Caoba (*Platymiscium pinnatum*), Guabo (*Inga sp.*), Guayacán (*Tabebuia chrysantha*), Hueso mono (*sp.*), estas unidades reflejan los elementos ambientales tales como: M.O. (Materia Orgánica) y N (Nitrógeno), en la zona del bosque.

Mata Palo (*Ficus obtusifolia*), Jigua (*Ocotea sp.*), Cedro (*Cedrela odorata*), Mambla (*Erythrina poeppigiana*), Caucho (*Castilla elástica*), estas últimas unidades presentan las siguientes variables ambientales: Cu (Cobre), Mn (Manganeso), B (Boro), Mg (Magnesio), en el área de estudio.

### III. METODOLOGÍA

El conjunto de artículos base se obtiene a través de una búsqueda bibliográfica con el uso de sitios web como: Google Scholar, Science Direct, Research Gate, Dialnet, Scielo, entre otros.

Para filtrar la información se utilizan palabras claves como, "bosque seco", "ecología", "suelos", "relaciones edáficas", "especies forestales", "nutrientes", "estadística multivariante" esta configuración permite obtener trabajos significativos, donde inicialmente se tiene acceso a los títulos de 125 artículos, de los cuáles se citan 12 artículos, que se consideran relevantes para el trabajo, los cuales se sometieron a un proceso de análisis, revisión y descripción. Se evalúa la calidad y frecuencia de los métodos estadísticos aplicados dentro de un mismo campo de estudio, además se analiza la viabilidad y validez de dichos métodos para el desarrollo de investigaciones futuras.

## IV. RESULTADOS

La investigación contempló un análisis bibliográfico de 12 trabajos científicos que se desarrollaron en diversas temporadas y en diferentes instituciones a nivel mundial. Estos trabajos científicos de relevancia utilizaban como método, las técnicas estadísticas multivariantes que permitieron encontrar y discutir resultados de cómo se relacionan las características fisicoquímicas del suelo y la permanencia de especies forestales.

Los autores muestran similitud entre sus resultados, mostrando influencia de factores ambientales y geográficos como los más influyentes en las relaciones fisicoquímicas del suelo y las especies forestales. Además, se puede apreciar la relevancia de las técnicas estadísticas utilizadas y su aporte en la toma de decisiones.

Se observó que los métodos multivariantes permiten aclarar las relaciones entre las diferentes variables analizadas. Además, estos métodos son útiles para medir, explicar y predecir el grado de relación que existe entre las variables.

El estudio de los bosques secos puede abordarse también desde una metodología de análisis multitemporal de imágenes satelitales landsat, relacionando las coberturas vegetales y la abundancia de especies arbóreas, que se distingue del método multivariante por el procesamiento informático y uso de imágenes satelitales de diferentes periodos de tiempo, sin embargo, se presentan factores que limitan su adecuado desarrollo como imágenes libres de nubosidad, escasa información histórica que permita evaluar la exactitud de la clasificación de imágenes, poca información satelital del área de estudio.

El análisis canónico de correspondencia (CCA) fue la técnica estadística más aplicada por los autores en la presente investigación permitiendo determinar de manera efectiva las relaciones existentes entre especies arbóreas y propiedades fisicoquímicas del suelo, esta técnica facilita la comprensión en los procesos biológicos de especies arbóreas y su adaptación en el medio, garantizando de este modo los procesos de reforestación en zonas idóneas para las especies, reduciendo la tasa de mortalidad, extinción de especies y fragmentación del ecosistema.

## CONCLUSIONES

Las técnicas estadísticas permiten el análisis de múltiples variables en un período de tiempo relativamente corto, y de la misma manera se pueden observar las relaciones que existen entre las variables. Es importante recalcar que el investigador es libre de elegir las técnicas estadísticas que crea conveniente, sin embargo, la elección del método es uno de los puntos clave que marca la calidad de los resultados, por lo que comprender las fortalezas y escenarios técnicos de la aplicación es muy relevante.

Las técnicas multivariantes, como el análisis canónico de correspondencia, análisis factorial, dendogramas, permitieron obtener resultados efectivos sobre las variables analizadas. Por otra parte, se puede constatar la variedad de herramientas estadísticas empleadas, facilitando al investigador mostrar datos, minimizando la incertidumbre en la justificación de tesis o conclusiones.

Las herramientas multivariantes tienen una gran aplicación en el campo de la ecología, permitiendo relacionar las condiciones del medio garantizando de este modo un mayor entendimiento sobre las relaciones del medio ecosistémico en el cual se desarrollan individuos forestales con el propósito de garantizar su permanencia en el tiempo

**REFERENCIAS**

- [1] J. R. Ferrer-Paris et al., "An ecosystem risk assessment of temperate and tropical forests of the Americas with an outlook on future conservation strategies," *Conserv. Lett.*, vol. 12, no. 2, pp. 1–10, Mar. 2019, doi: 10.1111/CONL.12623.
- [2] C. Salas-Macías et al., "Influencia del gradiente altitudinal sobre la Composición y estructura del 'Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands', Joa, Jipijapa," *Rev. La Fac. Agron. La Univ. Del Zulia*, vol. 37, no. 2, pp. 148–168, 2020.
- [3] C. A. Portillo-Quintero and G. A. Sánchez-Azofeifa, "Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas," *Biol. Conserv.*, vol. 143, no. 1, pp. 144–155, 2010, doi: 10.1016/j.biocon.2009.09.020.
- [4] G. Escribano-Ávila, "El bosque seco neotropical de la provincia Ecuatoriana: un pequeño gran desconocido," *Ecosistemas*, vol. 25, no. 2, pp. 1–4, 2016, doi: 10.7818/ecos.2016.25-2.01.
- [5] L. M. Bland, D. A. Keith, R. M. Miller, N. J. Murray, and J. P. Rodríguez, *Guidelines for the application of IUCN Red List of Ecosystems Categories and Criteria Red List of Ecosystems Categories and, Version 1. 2017.*
- [6] D. A. Keith et al., "Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems," *PLoS One*, vol. 8, no. 5, p. e62111, May 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0062111.
- [7] L. Cañadas, *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Quito, 1983. [Online]. Available: <https://www.worldcat.org/title/mapa-bioclimatico-y-ecologico-del-ecuador/oclc/14149591>
- [8] Z. Aguirre-Mendoza and G. Geada-Lopez, "Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja," *Univ. Nac. Loja, Ecuador. Univ. Pinar del Río, Cuba.*, vol. 24, no. 241, pp. 207–228, 2017, [Online]. Available: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24107>
- [9] T. Pennington, D. Prado, and C. Pendry, "Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes," *J. Biogeogr.*, vol. 27, no. 2, pp. 261–273, 2000, doi: 10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x.
- [10] R. Sierra, *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental.*, no. January 1999. Quito - Ecuador, 1999. doi: 10.13140/2.1.4520.9287.
- [11] N. Fuentes-Molina, J. Rodríguez-Barrios, and S. Isenia-Leon, "Caída y descomposición de hojarasca en los bosques ribereños del manantial de cañaverales, guajira, Colombia," *Acta Biol. Colomb.*, vol. 23, no. 1, pp. 115–123, 2018, doi: 10.15446/abc.v23n1.62342.
- [12] G. Crespo, "Factors influencing on nutrient recycling in permanent grasslands and development of their modeling," *Cuba. J. Agric. Sci.*, vol. 49, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [13] A. Jiménez González, S. Castro Ponce, and B. Zhindón Ganchozo, "Introducción a la ecología forestal," in *Ecología Forestal*, Primera Ed., Guayaquil - Ecuador, 2017, p. 144. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/43209455/ECOLOGIA\\_FORESTAL](https://www.academia.edu/43209455/ECOLOGIA_FORESTAL)
- [14] J. García del Barrio, O. Sánchez-Palomares, and R. Alía, "Ecología forestal y cambio climático," *Cuad. la Soc. Española Ciencias For.*, vol. 28, no. 12, pp. 23–28, 2001, [Online]. Available: [http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos\\_secf/article/view/9257/9175](http://secforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/view/9257/9175)
- [15] A. Closas, E. A. Arriola, C. I. Kuc Zening, M. R. Amarilla, and E. C. Jovanovich, "Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría," *Enfoques*, vol. 25, no. 1, pp. 65–92, 2013, [Online]. Available: <file:///D:/Escritorio/Dialnet-AnalisisMultivarianteConceptosYAplicacionesEnPsico-5229555.pdf>
- [16] C. D. Arbelo, A. Rodríguez Rodríguez, J. A. Guerra, and J. L. Mora, "Calidad del suelo y sucesión vegetal en andosoles forestales de las islas canarias," *Edafología*, vol. 9, no. 1, pp. 31–38, 2002.
- [17] C. Paredes-Ulloa, J. Ferro-Díaz, and P. Lozano-Carpio, "Efecto del estadio sucesional del bosque sobre la relación hospedadores-orquídeas epífitas en la estación biológica Pindo Mirador, Ecuador," *Rev. Cuba. Ciencias For.*, vol. 9, no. 1, pp. 103–123, 2021, [Online]. Available: <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/682#.YLLQCgmXiKw.mendeley>
- [18] D. Vistín-Guamantaquí and D. Espinoza-Castillo, "Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador the Sangay National Park-Ecuador," *Dominio las Ciencias*, vol. 7, no. 6, pp. 1406–1430, 2021.
- [19] P. Cruz, A. Fernández, and J. A. Reque, "Forest typology proposal for the *Quercus pyrenaica* in the Bierzo region, Northwest Spain, using multivariate analysis," *Bosque*, vol. 30, no. 3, pp. 180–191, 2009.
- [20] L. Mosquera Colorado, "Influencia de las características ambientales en la composición florística de un bosque seco tropical del recinto Tacusa del cantón Esmeraldas," *Pontif. Univ. Católica del Ecuador*, 2019.

# Muestreo de la variabilidad espacial de propiedades del suelo de pastizales

Saquicela Rojas Rodrigo Alberto  
<https://orcid.org/0000-0003-2608-3150>  
rodrigo.saquicela@ute.edu.ec  
Universidad UTE  
Santo Domingo-Ecuador

Useche Castro Lelly  
<https://orcid.org/0000-0002-4294-9009>  
lelly.useche@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

González Pedraza Ana Francisca  
<https://orcid.org/0000-0002-4392-3724>  
ana.gonzalez2@unipamplona.edu.co  
Universidad de Pamplona  
Pamplona-Colombia

Recibido (11/07/2022), Aceptado (17/09/2022)

**Resumen.** - Las propiedades de los suelos con pastizales de pastoreo frecuentemente se degradan en las zonas tropicales. El objetivo de este trabajo fue revisar la literatura de la teoría y resultados del muestreo y análisis de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo de pastizales a nivel mundial y en Ecuador. Se revisó la metodología, resultados y discusión de 15 artículos del tema, disponibles en las bases de datos: Scopus, SciELO, ScienceDirect, Scimago Journal & Country Rank, Dialnet y SpingerLink; y la teoría respectiva de 5 libros. Se encontró que a nivel mundial existen trabajos de muestreo de suelos que evalúan la variabilidad espacial de sus propiedades; mientras que a nivel nacional los muestreos no consideran dicha variabilidad. Es importante llevar a cabo en Ecuador investigaciones de la variabilidad espacial de propiedades del suelo de pastizales, que permitan tomar decisiones fiables para su manejo y conservación.

**Palabras clave:** Semivariograma, krigeado, variabilidad espacial del suelo, pastizal.

## Sampling the spatial variability of grassland soil properties

**Abstract.** - The properties of grazed grassland soils are frequently degraded in tropical areas. The objective of this work was to review the literature on the theory and results of sampling and analysis of the spatial variability of grassland soil properties worldwide and in Ecuador. The methodology, results, and discussion of 15 articles were reviewed, available in the databases: Scopus, SciELO, ScienceDirect, Scimago Journal & Country Rank, Dialnet, and SpringerLink, and the respective theory of 5 books. It was found that worldwide there are soil sampling works that evaluate the spatial variability of their properties, while at the national level, the samples do not consider such variability. Therefore, it is crucial to conduct research in Ecuador on the spatial variability of soil properties with grasslands, allowing reliable decisions to be made for their management and conservation.

**Keywords:** Semivariogram, kriging, soil spatial variability, grassland.



## I. INTRODUCCIÓN

El suelo es un conjunto dinámico formado por partes físicas, químicas y biológicas que básicamente mantienen la productividad biológica y conservan la calidad del ambiente [8]. Dichas partes son propiedades que varían espacialmente en el suelo debido al manejo, clima y biota [19]. El pastoreo en un manejo que influye en sus propiedades, como la compactación que está relacionada con el pisoteo del ganado [6]. Así, a nivel mundial hay investigaciones de la variabilidad espacial de propiedades del suelo de agricultura y pastizales [7], [12], [13], [17].

En Ecuador se desconoce la situación actual del muestreo de las propiedades de los suelos con pastizales de pastoreo, con fines de planificar diseños de muestreos que evalúen la variabilidad espacial y predigan con precisión el valor esperado de estas propiedades.

El objetivo de esta revisión de literatura fue conocer el estado actual del diseño y análisis de muestreo de la variabilidad espacial de propiedades de suelos de pastizales y el comportamiento de la variación de estas. Esta revisión se basa en el hecho de que las propiedades del suelo varían principalmente por el manejo agronómico, clima, biota y tipo de suelo [19]. La medición de propiedades del suelo con predicciones precisas permite tomar decisiones fiables para su manejo y conservación. De esta forma, existen herramientas para medir y analizar la variabilidad espacial de propiedades del suelo, como el muestreo basado en el modelo, semivariograma y krigeado [2].

Se analizaron diversas publicaciones científicas relacionadas con la medición de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo de pastizales a nivel mundial y en Ecuador. También se examinaron libros acerca del muestreo y análisis de la variabilidad espacial del suelo. Se resumió la información encontrada.

El presente artículo tiene la siguiente estructura: resumen, traducción del resumen, introducción, desarrollo de la revisión de la literatura, metodología, resultados, conclusiones y referencias.

## II. DESARROLLO

### A. Propiedades del suelo

El suelo es una unidad dinámica con componentes físicos, químicos y biológicos que interactúan de forma compleja y definen su funcionamiento para variados fines. El funcionamiento se refiere a la calidad del suelo, que es su capacidad para impulsar la salud de animales y plantas, conservar la calidad ambiental y mantener la productividad biológica [8].

Los componentes del suelo son materia con cualidades y atributos denominados propiedades, que sirven para distinguir entre muestras de suelo [5], [8]. El suelo tiene propiedades físicas, químicas y biológicas. Las físicas no cambian la composición de la muestra mientras se mide u observa la propiedad [8]. Las químicas son los cambios en la composición de una muestra en condiciones de reacción química [5]. Finalmente, las biológicas son cambios causados por los organismos en las propiedades físicas y químicas [8].

Entre las propiedades físicas del suelo están la conductividad hidráulica, retención de agua, porosidad y propiedades mecánicas. Entre las químicas se encuentran el potencial de hidrógeno (pH), estado redox, retención de iones en el suelo, salinidad y sodicidad. Por último, las biológicas se consideran la mineralización potencial de nitrógeno o carbono, tasa de respiración, lombrices de tierra, biomasa bacteriana, diversidad bacteriana, presencia de patógenos [8].

Por otro lado, las propiedades del suelo tienen variación y correlación espacial debido al manejo agronómico, biota, tipo de suelo y clima [19]. Las observaciones más cercanas entre sí son frecuentemente más parecidas que las más lejanas [20]. Se ha reportado investigaciones de variabilidad espacial de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo [1], [6].

Medir con precisión las propiedades del suelo ayuda a su diagnóstico y toma de decisiones para su manejo y conservación. Para tal efecto, se han desarrollado herramientas para el diseño del muestreo de la variación espacial de las propiedades del suelo, tales como el muestreo basado en el diseño, que no considera la variación espacial; y el basado en el modelo, que considera la variación espacial [20].

#### B. Muestreo del suelo basado en el diseño

Existen dos enfoques para el muestreo de propiedades del suelo: los basados en el diseño y los basados en el modelo. El muestreo basado en el diseño sirve para muestrear con objetividad y sin sesgos. La inferencia se basa completamente en el diseño del muestreo y la independencia obtenida con la selección aleatoria de las muestras. Cada punto de muestreo en el espacio y tiempo se considera fijo, así como el valor de la variable que se obtenga en dicho punto [19], [18].

Con respecto a la inferencia, se infiere parámetros poblacionales (como media y varianza) únicos (¿cuánto es su valor?) para todo el dominio espacial, siempre que el tamaño de la muestra sea adecuado, con los supuestos de independencia espacial (que no exista correlación espacial de las variables) y que la población (de datos) esté distribuida idénticamente en el dominio espacial. Los estimadores de los parámetros son insesgados [18], [19], [20].

De esta forma, el muestreo basado en el diseño, para poblaciones idénticamente distribuidas e independientes, utiliza los diseños de muestreos aleatorios clásicos: simple, sistemático, estratificado, conglomerados, además del muestreo aleatorio en dos pasos. El último consiste en la elección aleatoria de estratos y elección aleatoria de muestras dentro de los estratos elegidos. En los muestreos simple, sistemático y conglomerados se supone la independencia y población idéntica dentro del dominio espacial; mientras que en el estratificado y de dos pasos la suposición es dentro de los estratos. No obstante, la variación y correlación espacial de las variables está presente en el dominio espacial [20], lo que no permitiría muestreos fiables basados en el diseño.

#### C. Muestreo del suelo basado en el modelo

El muestreo basado en el modelo permite muestrear sin el supuesto de independencia espacial, por tanto, no es necesaria la aleatorización para elegir cada punto de muestreo [19]. Los valores de la variable en cada punto de muestreo se consideran aleatorios y representa un muestreo único, la población, de infinitos muestreos posibles a un universo representado por un modelo estocástico (con variables aleatorias que cambian entre instantes de muestreo), la superpoblación. De esa manera, la aleatoriedad del diseño se genera por un conjunto de modelos estocásticos [18]. Además, se asume la independencia espacial al muestrear variables aleatorias de un universo estocástico. Un modelo estocástico usado es el krigado [19], [20].

En lo referente a la inferencia, las variables se suponen aleatorias en los puntos de muestreo de un diseño basado en el modelo, así, la verdadera media espacial también es aleatoria. Por tanto, se predice (¿dónde están los valores?) dicha media en el dominio espacial, no se estima con un único valor [18]. De esta manera se puede predecir valores de la variable en puntos no muestreados, elaborar mapas de la variación de las propiedades del suelo y estimar parámetros del modelo estocástico [20].

Por otro lado, existen los siguientes objetivos a cumplir cuando se muestrea con base en el diseño: minimizar la estimación de la varianza del error, cubrir por igual el dominio espacial y cubrir por igual en el espacio de las características [20]. Para minimizar la estimación de la varianza del error se usa el krigado, que estima imparcialmente los valores de una variable en puntos no muestreados con un mínimo error de estimación cuadrático medio. También existen las medias de superficie con no homogeneidad [20].

Por otro lado, para cubrir por igual el dominio espacial se asignan los puntos de muestreo de tal forma que cubran el dominio lo más uniformemente posible por medio de una cuadrícula finita, según el criterio de la mínima distancia promedio entre los puntos adyacentes de la cuadrícula aplicada a su centro [20]. De esta forma, la cuadrícula triangular equilátera cumple esta condición para un dominio sin restricciones en asignar puntos de muestreo [11]. También existen otras opciones para la distancia mínima, como la media ponderada de las distancias más cortas y la distancia media cuadrática basada en polígonos de Thiessen. Otras formas de cuadrícula usadas en la práctica son: muestreo en cuadrícula, muestreo en transecto, muestreo secuencial y muestreo anidado [20].

Para cubrir por igual el espacio de las características del dominio espacial se distribuye las unidades de muestreo de una forma tal que permita obtener la mejor distribución posible de la población. Para el efecto, se aplican dos criterios principales: el muestreo de hipercubo latino y el de Warrick-Myers. En caso de desconocer distribuciones de la población previas al muestreo se utiliza la experiencia en casos similares o datos auxiliares [20].

En lo referente al tamaño de la cuadrícula, para el muestreo de la variabilidad de propiedades químicas del suelo, varía entre 1 m a 100 m por lado. Los puntos de muestreo se ubican principalmente en el centroide o en las esquinas de las cuadrículas. También pueden estar distribuidos por toda la celda [19]. Por otro lado, la cantidad de puntos de muestreo para estimar semivarianzas (base para estimar el modelo estocástico) dentro de límites de confianza aceptables se sugiere al menos entre 100 a 150 puntos de muestreo [11]. Así mismo, se han desarrollado técnicas estadísticas para el análisis espacial de datos, como el semivariograma, para analizar la estructura de la variación espacial de propiedades del suelo; y el kriging, que predice las variables espaciales en función del semivariograma [2].

#### D. Análisis estructural

El análisis estructural consiste en encontrar una función que explique la estructura de la dependencia o correlación espacial de las variables medidas. La función es la base para la predicción espacial de las variables y se denominan funciones de covarianza (covariogramas) y semivariogramas. La función de covarianza empírica se indica en (1), donde  $\hat{C}(h)$  es la covarianza empírica para la clase de distancia de intervalo; es el número de pares de distancias separadas por la distancia  $h$ ;  $Z(s_i)$  y  $Z(s_i + h)$  y son los valores de la muestra medidos en la posición  $i$  e  $i+h$ , respectivamente;  $\mu$  es la verdadera media de la población y se estima con el promedio de  $Z(s_i)$ ;  $N$  es el número total de datos [10].

$$\hat{C}(h) = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(s_i) - \mu][Z(s_i + h) - \mu] \quad (1)$$

La función del semivariograma empírico usualmente se calcula con el estimador de momentos de Matheron (2), donde es el semivariograma empírico para la clase de distancia de intervalo [2].

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(s_i) - Z(s_i + h)]^2 \quad (2)$$

No obstante, cuando la varianza residual es pequeña, el semivariograma se puede calcular de forma menos sesgada con el estimador de Cressie-Hawkins [2]. El semivariograma se completa al modelar el semivariograma en función de la distancia  $h$ , con los modelos exponencial (3), esférico (4), gaussiano (5); donde  $C_0$  es la ordenada de origen del semivariograma (pepita o nugget) que representa la varianza total de los errores aleatorios o sin estructura espacial y los errores por no medir con menor distancia de intervalo  $h$ ;  $C$  es la varianza estructural o meseta del semivariograma (sill);  $R$  es el rango e indica la distancia desde el origen hasta cuando se llega a la meseta. El rango práctico es la distancia desde el origen hasta cuando la semivarianza es el 95 % de la varianzal total; siempre que el semivariograma llegue asintóticamente a la meseta;  $C_0$  indica la varianza umbral y a partir de ahí las observaciones son independientes [10]. Además, hay otros modelos como el exponencial-coseno, de onda, De Wijsian, cúbico, pentaesférico, pepita puro [10]. Los métodos de ajuste de los datos al modelo son por mínimos cuadrados y modelos lineales mixtos [2]. No obstante, cuando la varianza residual es pequeña, el semivariograma se puede calcular de forma menos sesgada con el estimador de Cressie-Hawkins [2]. El semivariograma se completa al modelar el semivariograma en función de la distancia  $h$ , con los modelos exponencial (3), esférico (4), gaussiano (5); donde  $C_0$  es la ordenada de origen del semivariograma (pepita o nugget) que representa la varianza total de los errores aleatorios o sin estructura espacial y los errores por no medir con menor distancia de intervalo  $h$ ;  $C$  es la varianza estructural o meseta del semivariograma (sill);  $R$  es el rango e indica la distancia desde el origen hasta cuando se llega a la meseta. El rango práctico es la distancia desde el origen hasta cuando la semivarianza es el 95 % de la varianzal total; siempre que el semivariograma llegue asintóticamente a la meseta;  $C_0$  indica la varianza umbral y a partir de ahí las observaciones son independientes [10]. Además, hay otros modelos como el exponencial-coseno, de onda, De Wijsian, cúbico, pentaesférico, pepita puro [10]. Los métodos de ajuste de los datos al modelo son por mínimos cuadrados y modelos lineales mixtos [2].

$$\hat{\gamma}(h) = \begin{cases} C_0 & h = 0 \\ C_0 + C \left(1 - \exp\left(-\frac{3h}{R}\right)\right) & h \neq 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\hat{\gamma}(h) = \begin{cases} C_0 & h = 0 \\ C_0 + C \left(\frac{3h}{2R} - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{R}\right)^3\right) & 0 < h \leq R \\ C_0 + C & h > R \end{cases} \quad (4)$$

$$\hat{\gamma}(h) = \begin{cases} C_0 & h = 0 \\ C_0 + C \left(1 - \exp\left(-3\left(\frac{h}{R}\right)^2\right)\right) & h \neq 0 \end{cases} \quad (5)$$

La varianza estructural relativa es la razón entre la varianza estructural y la varianza umbral e indica el grado de estructuración espacial. Mientras más alto sea el valor de la varianza estructural relativa, más eficientes serán las predicciones estadísticas. Se clasifica en bajo, < 25 %; medio, 25 % a 75 %; alto, > 75 % [2].

#### E. Predicción espacial

La predicción de la variable en el dominio espacial (campo, de terreno, donde se muestrea) se denomina predicción espacial. El método de predicción común es el krigeado (kriging) que tiene su base en el semivariograma empírico. El krigeado genera el valor esperado con el mejor estimador lineal insesgado y el error de estimación (varianza krigeada). Existe el krigeado puntual y en bloques. El puntual se usa para predecir la variable en lugares (puntos) no muestreados mucho menores que las distancias espaciales; mientras que el krigeado en bloques es para predecir el promedio de la variable en una superficie mayor que el puntual, por medio de estimaciones puntuales en dicha superficie [2].

Entre el krigado puntal existen el krigado ordinario (6), simple (7) y universal (8) para la predicción espacial, donde es la variable predicha en cualquier nuevo punto; son los pesos asignados a cada observación con suma de uno; es función de las coordenadas espaciales. El ordinario y simple es para variables con distribución normal y el universal para variables con media que depende de la varianza. El krigado ordinario se utiliza para estimar localmente la media de la variable; el krigado simple, cuando se conoce la media poblacional de la variable; el universal, para estimar la influencia espacial de los datos con las coordenadas espaciales [2].

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N w_i Z(s_i) \quad (6)$$

$$\hat{Z}(s_0) = \mu + \sum_{i=1}^N w_i Z(s_i) \quad (7)$$

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N w_i f_k Z(s_i) \quad (8)$$

También existe el krigado indicador para variables binarias o variables continuas transformadas a binarias; el krigado disyuntivo (y el krigado indicador) para interpolación no lineal, el krigado intrínseco para variables heterogéneas con varias medias; kriging recursivo con el filtro Kalman y krigado con la máxima entropía bayesiana que tiene menos restricciones e incorporar más conocimiento previo [10]. En cuanto al krigado en bloques el más común es el krigado ordinario en bloques, donde es la variable predicha en el dominio centrado en el punto de interés [2].

### III. METODOLOGÍA

La información de muestreo de variabilidad espacial de las propiedades del suelo de pastizales se hizo con el motor de búsqueda Google Académico. Las palabras clave usadas fueron las siguientes: "spatial variability soil physical", "kriging", "gaussian sequential simulation", "soil degradation", "soil properties spatial variation grass", "soil sampling", "grid soil sampling" y "variabilidad espacial do solo pastagem". Se eligieron 20 documentos científicos, de los cuales 15 eran artículos y 5 eran libros. Los artículos que generó la búsqueda estuvieron en bases de datos indexadas como Scopus, SciELO, ScienceDirect, Scimago Journal & Country Rank, Dialnet, SpringerLink. Los libros consultados fueron publicados por editoras como Elsevier, Springer, Pearson, Brujas, Mundi-Prensa y Wiley. Los artículos elegidos se revisaron principalmente las metodologías, resultados y conclusiones, y se escribieron los respectivos resúmenes. En los libros se revisaron conceptos de propiedades del suelo y de muestreo de la variabilidad espacial de dichas propiedades.

### IV. RESULTADOS

Se presentan los resultados de la revisión de literatura de diseño de muestreo y análisis de la variabilidad espacial de propiedades del suelo de pastizales.

#### A. Diseños de muestreo de la variabilidad espacial de propiedades del suelo a nivel mundial

En Portugal se diseñó un muestreo para medir la variabilidad espacial de la textura, humedad, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio del suelo de un pastizal cultivado y con pastoreo de ovejas y ganado bovino. Se tomaron 76 muestras compuestas en un terreno de 6 ha dividido en cuadrículas de 28 m por 28 m. Las muestras se tomaron de 0-30 cm de profundidad del suelo. La muestra compuesta, para obtener una muestra por cuadrícula, consistió en cinco submuestras, cuatro muestreadas en las esquinas de la cuadrícula y una de su centro. Los datos se analizaron con estadística descriptiva, correlación y mapas de variabilidad espacial con un interpolador de distancia al cuadrado inverso [17].

En otra investigación llevada a cabo en Brasil en un pasto cultivado y con pastoreo de bovinos se muestreó propiedades del suelo para medir la variabilidad espacial y elaborar mapas de fertilidad del suelo. Se muestreó el pH, contenidos de carbono orgánico y arcilla, fósforo, calcio y magnesio disponibles, potasio aluminio e hidrógeno intercambiables, capacidad de intercambio catiónico efectiva, saturación de bases y conductividad eléctrica. El pastizal tenía 5,3 ha dividido en 270 potreros donde se tomaron 73 muestras de suelo, excepto para la conductividad eléctrica, que fueron 4 794. Se utilizó el muestreo por zonas de manejo, que consiste en delimitar zonas de similares rendimientos del pasto y presencia de malezas, dentro de las cuales se tomó una muestra compuesta de al menos 10 submuestras. No se hizo el muestreo por cuadrículas, no se indica las dimensiones de las zonas de muestreo. La profundidad de muestreo fue de 0-20 cm de profundidad. Se usó el semivariograma ajustado a modelos empíricos y programas de sistemas de información geográfica para elaborar mapas de fertilidad del suelo. No se indica la cantidad total de muestras para la conductividad eléctrica [7].

Así mismo, en Brasil, se muestreó un pastizal cultivado (degradado) para pastoreo las propiedades del suelo para evaluar su variabilidad espacial. Se muestreó el contenido de arena, limo, arcilla, de 0-20 cm de profundidad, la densidad aparente de 0-10 cm y de 10-20 cm, resistencia a la penetración cada 5 cm de profundidad de 0-30 cm, permeabilidad e infiltración tridimensional de 0-20 cm. El pH, potasio, calcio, magnesio, fósforo, aluminio, materia orgánica, suma de bases, acidez potencial, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases y de aluminio, se muestrearon de 0-10 cm y de 10-20 cm. El pastizal tenía 3,67 ha y se tomaron 50 muestras de suelo cada 30 m aproximadamente, con espaciados irregulares (no cuadrículas) entre puntos de muestreo (definidos con sistema de posicionamiento global, GPS, de navegación). Los datos se analizaron con estadísticas descriptiva, semivariograma ajustado a modelos y krigeado ordinario [6].

También en Brasil, se investigó las propiedades del suelo de un pasto cultivado y con pastoreo para evaluar la variabilidad espacial. Las propiedades muestreadas fueron: pH, calcio, magnesio y aluminio intercambiables, fósforo, acidez potencial, capacidad de intercambio catiónico, suma de bases, saturación de bases, saturación de aluminio y carbono orgánico. el muestreo se hizo en un área de 56 m por 80 m en cuadrículas de 8 m con espaciado regular. Los puntos de muestreo fueron las intersecciones de las cuadrículas, 88 en total. En cada punto de muestreo se tomaron muestras de 0-5 cm, 5-10 cm y 10-20 cm de profundidad. Los datos se analizaron con la estadística descriptiva, semivariograma ajustado al modelo esférico y krigeado [4].

En Brasil se muestreó un pastizal de pastoreo para medir la variabilidad espacial de flujo de dióxido de carbono, temperatura y humedad del suelo. El lugar de muestreo fue de 70 m por 70 m, en cuadrículas regulares de 10 m de espaciamento. Los puntos de muestreo fueron las intersecciones de las cuadrículas y la profundidad de muestreo fue de 0-20 cm. Los datos fueron analizados con estadística descriptiva, semivariograma ajustados a modelos y krigeado [1].

Por otro lado, en Venezuela se muestrearon las propiedades del suelo de un cultivo agrícola: arena, arcilla, limo, pH y materia orgánica. Una finca de 286 ha se dividió en cinco unidades de suelo según la variabilidad analizada en una fotografía aérea (escala 1:25 000). Se muestreó en el primer horizonte genésico (no se indica la profundidad) por puntos de muestreo separados sistemáticamente entre sí de 50-100 m y se obtuvo un total de 67 muestras que cubría toda la finca. Los datos se analizaron con la estadística descriptiva, semivariograma ajustado a modelos teóricos y krigeado puntual [13].

En otro lugar, Arabia Saudita, se muestreó un suelo con pasto cultivado para medir la variabilidad espacial de sus propiedades: pH, conductividad eléctrica, textura y compactación. Se muestreó 16 ha de suelo por medio de cuadrículas regulares de 40 m por 40 m de separación. Los puntos de muestreo fueron 86, la profundidad de muestreo fue de 0-20 cm, excepto para la compactación que fue de 0-15 m. Los datos fueron analizados con semivariograma y krigeado ordinario [3].

Finalmente, en España se diseñó un muestreo para medir la variabilidad de la conductividad eléctrica, resistencia a la penetración y humedad gravimétrica del suelo de un cultivo de maíz, que antes tenía pasto de corte. El diseño consistió en 40 puntos de muestreo cada 10 cm hasta los 90 cm de profundidad, distribuidos en 6 ha, con muestreo no aleatorio dentro de los transectos donde se midió la conductividad eléctrica. La mínima distancia entre dos puntos adyacentes fue de 12 m y máxima de 113 m. La mínima distancia entre transectos fue de 4 m y la máxima de 30 m. Se usó la conductividad eléctrica del suelo para elegir los puntos de muestreo, por estudios previos que indican una relación de la conductividad eléctrica con la textura, humedad y salinidad del suelo. Los datos se analizaron con la estadística descriptiva, modelado del variograma y krigeado ordinario y universal [12].

#### B. Diseños de muestreo de propiedades del suelo en Ecuador

En una investigación realizada en El Oro se muestreó las propiedades del suelo de un pastizal cultivado para pastoreo y bosque: textura, pH, fósforo, potasio, calcio, hierro, magnesio, carbono orgánico, flora total y bacterias. Se muestreó 3 ha de 2 parcelas por medio de 2 transectos de 30 m cada uno, separados entre sí cada 50 m de distancia. Los puntos de muestreo fueron a los 0 m, 15 m y 30 m dentro de cada transecto por medio de calicatas escalonadas. Una de las parcelas tenía forma de L y se muestreó a los 0 m y 25 m en dirección vertical y de 25-50 m en dirección horizontal. La profundidad de muestreo fue de 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm. También se muestrearon 2 ha de bosque nativo en 4 transectos ubicados a lo largo de los pastizales. El análisis estadístico se hizo con análisis de varianza y correlación. No se reporta análisis de la variabilidad espacial del suelo [9].

En otra investigación ejecutada en Quevedo se muestreó propiedades del suelo en cinco sistemas de uso del suelo: bosque primario, pasto cultivado para pastoreo, cacao, palma aceitera y maíz. Las propiedades evaluadas fueron: conductividad hidráulica, densidad aparente, densidad real, porosidad total, porosidad de aireación, textura, arcilla dispersa en agua, grado de floculación, materia orgánica e índice de materia orgánica. En cada sistema se tomaron muestras hasta 60 cm de profundidad cada 10 cm, por triplicado y se obtuvo 18 muestras en cada sistema. No se reporta las distancias de muestreo ni el área de muestreo. Se utilizó el análisis de varianza, correlación y análisis de componentes principales para el analizar los datos. No se indica análisis de variabilidad espacial del suelo [14].

Por otro lado, en Machala se investigó las propiedades del suelo de cinco agrosistemas: banano (8,32 ha), ciclo corto (1,74 ha), pastos cultivados para pastoreo (4,89 ha), cacao (5,98 ha) y bosque secundario (2,43 ha). El área total de los agrosistemas es de 23,36 ha. Las propiedades medidas fueron: densidad real, textura, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico. Dentro de cada agroecosistema se fijaron aleatoriamente tres puntos de muestreo y las muestras se tomaron cada 15 cm hasta los 30 cm de profundidad por medio de calicatas. En total se obtuvieron 6 muestras por agroecosistema. No se indica las distancias entre puntos de muestreo. El análisis estadístico empleado fue el análisis de varianza. No se reportan análisis de la variabilidad espacial del suelo [15].

Finalmente, en Pastaza se muestrearon propiedades de suelos con varios usos que fueron 3 chacras distintas (terrenos con varios cultivos), 3 pastos distintos y 1 boque natural: densidad aparente, conductividad hidráulica saturada, porosidad total y de aireación, pH, calcio, magnesio, potasio, fósforo, zinc, aluminio, cobre, acidez intercambiable, carbono orgánico total, número de lombrices. En cada suelo se definió un transecto que cubrió el terreno y se muestreó sistemáticamente en 5 parcelas de 10 m por 10 m, donde se tomó una muestra compuesta de 5 submuestras, a profundidades de 0-10 cm y de 10-30 cm. Las muestras para el análisis físico y químico del suelo se tomaron separadas, que fueron 20 en total por parcela. No se indica en área de muestreo ni la distancia entre parcelas de muestreo. El análisis utilizado fue el análisis de varianza, análisis de componentes principales y correlación. No se indica análisis de variabilidad espacial del suelo [16].

### C. Variabilidad espacial de las propiedades del suelo a nivel mundial

Una de las investigaciones de muestreo de la variabilidad de propiedades del suelo cultivado con pastos de pastoreo que fue hecha en Brasil, se observa que el semivariograma indica independencia de propiedades de fertilidad del suelo entre 62 m para el Mg a 10 000 m para el pH. Los modelos que se ajustan al semivariograma fueron el esférico, gaussiano y exponencial. Para el suelo en particular muestreado se recomienda distancias de 62 m para el muestreo de la variabilidad espacial de las propiedades de fertilidad del suelo [7].

En otra investigación, asimismo en Brasil, la independencia espacial de propiedades físicas de un suelo con pastizal cultivado con pastoreo está entre 35 m para la resistencia a la penetración y 110 m para la infiltración. En cuanto a las propiedades químicas de fertilidad del suelo se observa la distancia de independencia espacial entre 50 m para la capacidad de intercambio catiónico y 140 m de distancia para el potasio. Se ajustan los modelos: exponencial, gaussiano y, en su mayoría, el esférico. Con respecto a la relación entre variables, la compactación del suelo no tiene relación con la textura del suelo, si tiene con el pisoteo del ganado. En general hay dependencia entre los mapas de pH, capacidad de intercambio catiónico y saturación de bases con los de materia orgánica, calcio y magnesio, las propiedades físicas del suelo permiten detectar áreas degradadas del pastizal y la producción del pasto está más influida por las propiedades físicas que por las químicas [6].

Por otro lado, en España, en un suelo cultivado con maíz que anteriormente tenía pasto de corte, se obtiene un semivariograma de la resistencia a la penetración hasta 50 cm de profundidad ajustado al modelo semiesférico; sin embargo, de 50-90 cm solo hay efecto pepita puro debido a que se tomaron frecuentemente datos poco útiles. Además, la conductividad eléctrica aparente (medida directamente en campo) representa eficientemente la variación espacial de la resistencia a la penetración, porque ambas variables están relacionadas con la humedad, además de mejorar ligeramente el krigado al ser usada como cokrigado universal [12].

Finalmente, en Venezuela se muestreó las propiedades de un suelo de cultivo agrícola y se reporta que la independencia espacial está entre 347,3 m para el limo y arena y 469,7 m para el pH. La dependencia espacial es fuerte para la materia orgánica, pH y limo; moderada para la arena; débil para la arcilla. El modelo que se ajusta a la semivarianza fue el esférico. El krigado muestra que el terreno se puede dividir en unidades de suelo con alta coincidencia a la división con base en la fotografía aérea, que inicialmente se usó para dividir el terreno en dichas unidades y muestrear [13].

### D. Variabilidad de las propiedades de suelos en Ecuador

En una investigación realizada en los Ríos se muestreó propiedades físicas del suelo de sistemas de uso del suelo. El suelo con pasto cultivado para pastoreo presentó cambios de las propiedades principalmente en las capas superficiales del suelo, al igual que los monocultivos, al ser comparados con el suelo de bosque primario. Los cambios de las propiedades perjudicaron el movimiento vertical del agua en el suelo. Según el análisis de componentes principales el suelo del pastizal tiene los mayores contenidos de humedad volumétrica, limo, conductividad hidráulica y relación materia orgánica/(limo más arcilla). Asimismo, en todos los sistemas de uso de suelo la densidad aparente y materia orgánica, la densidad real y arcilla dispersa en agua, la conductividad hidráulica y materia orgánica/(limo más arcilla) tienen las mayores correlaciones positivas; mientras que la humedad volumétrica con la densidad real y arcilla dispersa en agua, la arena con la densidad aparente y materia orgánica tuvieron las mayores correlaciones negativas [14].

Por otro lado, en El Oro se muestreó en suelos destinados a varios agrosistemas y se encuentra que la densidad real, materia orgánica, del suelo con pastos cultivados para pastoreo es significativamente menor que el suelo de bosque, banano, cacao y maíz; mientras que la capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica del suelo de pastos son significativamente mayores que los demás cultivos nombrados [15].

Por último, en Pastaza se observó que el suelo destinado al cultivo de pastos tuvo diferencias significativas de propiedades físicas, químicas y biológicas al ser comparadas con el suelo de bosque y chacras. También se evaluó los suelos con un índice de calidad y reportan que los destinados a los pastos y chacras en general tienen una calidad levemente superior; sin embargo, las chacras y bosque tienen mayor calidad en la capa superficial del suelo. Los suelos de 10-30 cm de profundidad de los pastos tienen los mayores valores de densidad aparente, porosidad de retención y pH; mientras que a profundidades de 0-10 cm el aluminio, potasio, magnesio y calcio tienen los mayores valores. Por otro lado, la conductividad hidráulica saturada y la porosidad de aireación, el potasio, calcio y magnesio, la densidad aparente y porosidad de retención tienen las mayores correlaciones positivas; mientras que la densidad aparente con la conductividad hidráulica saturada y porosidad de aireación, y la porosidad de retención con la materia orgánica tienen las mayores correlaciones negativas [16].

## CONCLUSIONES

Se ha realizado una revisión preliminar de literatura acerca del muestreo de la variabilidad espacial de propiedades del suelo de pastizales. A nivel mundial existen diseños de muestreo de suelos con pastizales que evalúan la variabilidad espacial del suelo; mientras que a nivel nacional (Ecuador) los muestreos revisados no estudian la variabilidad espacial del suelo (relación de las propiedades con sus coordenadas donde fue medida), generalmente se muestrea dentro de parcelas de un terreno para estimar parámetros descriptivos de las propiedades del suelo, comparaciones entre diferentes usos del suelo, correlaciones o relaciones entre propiedades.

Los diseños del muestreo de la variabilidad espacial del suelo empleados son en cuadrículas regulares, transectos o sin un patrón regular de muestreo. Los muestreos en cuadrículas regulares tienen de 8 m hasta 40 m de lado de cuadrícula y los puntos de muestreo son generalmente en las intersecciones de la cuadrícula. Mientras que los muestreos en transectos o sin un patrón regular tienen distancias de 4 m a 50 m entre sí, con puntos de muestreo espaciados de 12 m a 113 m. El número de puntos de muestreo va de 40 a 88 distribuidos en áreas de 0,45 ha hasta 700 ha. La profundidad de muestreo va de 0-90 cm, en capas de al menos 5 cm de espesor.

Las técnicas usadas para estudiar la variabilidad espacial del suelo son el semivariograma ajustado a los modelos esférico, gaussiano y exponencial, y el krigado ordinario y universal. En general, las propiedades del suelo empiezan a tener independencia espacial a partir de los 35 m de distancia.

Finalmente, es importante llevar a cabo en Ecuador investigaciones de la variabilidad espacial de propiedades del suelo de pastizales, que permitan tomar decisiones fiables para su manejo y conservación.

## REFERENCIAS

- [1] D. Silva, M. Costa, B. Mantovanelli, L. Coutrim, M. Rodrigues, J. Cunha, "Variabilidade espacial da emissão de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade do solo em área de pastagem na região Amazônica, Brasil", *Revista de Ciências Agroveterinárias*, vol. 18, no. 1, pp. 119-126, noviembre 2019, [En línea], <http://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/10155/pdf>.
- [2] M. Córdoba, P. Paccioletti, F. Giannini, C. Bruno, M. Balzarini. "Guía para el análisis de datos espaciales en agricultura", 1ª ed., Serie Estadística Aplicada, Córdoba: Brujas, 2019, [En línea], [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/128391/CONICET\\_Digital\\_Nro.º5eab968-1409-4511-b6d6-07134144803b\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/128391/CONICET_Digital_Nro.º5eab968-1409-4511-b6d6-07134144803b_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

- [3] E. Tola, K. Gaadi, C. Biradar, R. Madugundu, A. Zeyada, A. Kayad, "Characterization of spatial variability of soil physicochemical properties and its impact on Rhodes grass productivity", *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 24, pp. 421-429, abril 2017, [En línea], <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.04.013>
- [4] A. Lima, M. Campos, J. Cunha, L. Silva, F. Oliveira, B. Mantovanelli, E. de Brito, R. Gomes, 2019, "Spatial variability and sampling density of chemical attributes in archaeological black earths under pasture in southern Amazonas, Brazil", *SOIL Discuss*, junio 2019, [Preimpreso], [En línea], <https://doi.org/10.5194/soil-2019-26>
- [5] R. Petrucci, F. Herring, J. Madura, C. Bissonnette, "Química general", Madrid: Pearson, 2011.
- [6] C. Grego, C. Gonçalves, S. Nogueira, F. Andrade, A. de Oliveira, C. Ferrer, A. dos Santos, J. de Abreu, "Variabilidade espacial do solo e da biomassa epígea de pastagem, identificada por meio de geostatística", *Pesquisa agropecuária brasileira*, vol. 47, np. 9, pp. 1404-1412, septiembre 2012, [En línea], <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900026>
- [7] A. Bernardi, K. Santos, G. Bettiol, L. Rabello, R. Ferreira, R. Inamasu, "Spatial variability of soil properties and yield of a grazed alfalfa pasture in Brazil", *Precision Agriculture*, vol. 17, pp. 737-752, abril 2016, [En línea], <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9446-9>.
- [8] A. Delgado, J. Gómez, "The Soil. Physical, Chemical and Biological Properties", en *Principles of Agronomy for Sustainable*, Springer, 2016. [En línea], [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-46116-8\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-46116-8_2)
- [9] S. Barrezueta, K. Velepucha, L. Hurtado, E. Jaramillo, "Soil properties and storage of organic carbon in the land use pasture and forest", *Revista de Ciencias Agrícolas*, vol. 36, no. 2, pp. 31-45, abril 2019, [En línea], <https://doi.org/10.22267/rcia.193602.116>
- [10] J. Wu, J. He, G. Christakos, "Quantitative analysis and modeling of earth and environmental data. Space-time and spacetime data considerations", India: Elsevier, 2022, [En línea], <https://doi.org/10.1016/C2018-0-00055-9>
- [11] M. Oliver, R. Webster, "Basic Steps in Geostatistics: The Variogram and Kriging", Springer, 2015, [En línea], [https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-15865-5?error=cookies\\_not\\_supported&code=76d5fdbcb77b-4658-a544-6bf0d847312f](https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-15865-5?error=cookies_not_supported&code=76d5fdbcb77b-4658-a544-6bf0d847312f)
- [12] G. Machado, J. Dafonte, J. Bueno, M. Valcacer, E. Farias. "Using Soil Apparent Electrical Conductivity to Optimize Sampling of Soil Penetration Resistance and to Improve the Estimations of Spatial Patterns of Soil Compaction", *The Scientific World Journal*, pp. 1-12, diciembre 2014, [En línea], <http://dx.doi.org/10.1155/2014/269480>
- [13] A. González, J. Rey, J. Atencio, "Variabilidad espacial de los suelos de la unidad experimental la glorieta con fines agropecuarios", *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, suplemento 1, pp. 539-553, junio 2014, [En línea], [https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento\\_2014/ing/ingsupl12014539553.pdf](https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_2014/ing/ingsupl12014539553.pdf)
- [14] Novillo I.; Carrillo, M.; Cargua, J.; Moreira, V.; Albán, K.; Morales, K, "Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador". *Temas Agrarios*, vol. 23, no. 2, pp. 177 - 187, mayo 2018, [https://www.researchgate.net/publication/329046726\\_Propiedades\\_fisicas\\_del\\_suelo\\_en\\_diferentes\\_sistemas\\_agricolas\\_en\\_la\\_provincia\\_de\\_Los\\_Rios\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/329046726_Propiedades_fisicas_del_suelo_en_diferentes_sistemas_agricolas_en_la_provincia_de_Los_Rios_Ecuador)
- [15] I. Rodríguez, H. Pérez, R. García, A. Quezada. "Efecto del manejo agrícola en propiedades físicas y químicas del suelo en diferentes agroecosistemas", *Universidad y Sociedad*, vol. 12, no. 5, pp. 389-398, septiembre 2020, [En línea], <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n5/2218-3620-rus-12-05-389.pdf>
- [16] C. Bravo, F. Goyes, Y. Arteaga, Y. Garcia, D. Changoluisa. "A soil quality index for seven productive landscapes in the Andean-Amazonian foothills of Ecuador", *Land Degradation & Development*, vol. 32, pp. 2226-2241, enero 2021, [En línea], <https://doi.org/10.1002/ldr.3897>
- [17] J. Serrano, S. Shahidian, J. Silva, "Spatial variability and temporal stability of apparent soil electrical conductivity in a Mediterranean pasture", *Precision Agriculture*, vol. 18, pp. 245-263, julio 2017, [En línea], <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9460-y>
- [18] D. Brus, J. de Gruijter, "Random sampling or geostatistical modelling? Choosing between design-based and model-based sampling strategies for soil (with discussion)", *Geoderma*, vol. 80, pp. 1-44, octubre 1997, [En línea], [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(97\)00072-4](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(97)00072-4).

[19] P. Lawrence, W. Roper, T. Morris, K. Guillard, "Guiding soil sampling strategies using classical and spatial statistics: A review", *Agronomy Journal*, vol. 112, pp. 493-510, enero 2020. [En línea], <https://doi.org/10.1002/agj2.20048>.

[20] J. Wang, A. Stein, B. Gao, Y. Ge, "A review of spatial sampling", *Spatial Statistics*, vol. 2, pp. 1-14, agosto 2012, [En línea], <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2012.08.001>.



**Rodrigo Saquicela**, ingeniero agropecuario, especializado en nutrición vegetal. Maestrante del Instituto Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí, UTM, Portoviejo, Ecuador. Docente de la Universidad UTE.



**Lelly María Useche Castro**, ingeniero industrial, PhD. es estadística. Directora de del Grupo de Análisis Multivariante y Estocástico (G.A.M.E). Instituto de Ciencias Básicas, Departamento de Matemáticas y Estadística. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.



**Ana Francisca González Pedraza**, Ingeniera Agrónoma, Magister en manejo de los recursos agua y suelo. Doctora en Ciencias, mención Ecología. Docente de la Universidad de Pamplona, Pamplona. Norte de Santander, Colombia.

# Métodos estadísticos de machine learning aplicados en el estudio de la accesibilidad web: una revisión de la literatura

Zambrano Félix  
<https://orcid.org/0000-0003-1383-658X>  
felix.zambrano@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

Muñoz Emanuel  
<https://orcid.org/0000-0002-0997-0578>  
emanuel.munoz@utm.edu.ec  
Universidad Técnica de Manabí  
Portoviejo-Ecuador

Recibido (22/08/2022), Aceptado (15/10/2022)

**Resumen.** - Una web accesible se refiere a que cualquier persona sobre todo las que tengan alguna discapacidad física puedan acceder al contenido del website sin problemas. El objetivo de esta investigación es el análisis mediante revisiones bibliográficas de los métodos de machine learning aplicados al estudio de la accesibilidad en los portales web de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Además, se utilizó una metodología de revisión sistemática de literatura a más de veinte artículos científicos relacionados con palabras clave como: accesibilidad web, estadística, machine learning, entre otros. En los resultados obtenidos se destacan varias técnicas, sobre todo, las del aprendizaje no supervisado ya que se observó su utilidad en varias investigaciones, mejorando el análisis y comprensión de los datos. Esta investigación ha demostrado que se pueden hacer trabajos interesantes de accesibilidad web en las instituciones, teniendo en cuenta que estos estudios serían un aporte significativo para mejorar el acceso a los contenidos.

**Palabras clave:** Accesibilidad web, machine learning, aprendizaje no supervisado, estadística.

Statistical machine learning methods applied in the study of web accessibility: a literature review.

**Abstract.** - An accessible website refers to the fact that any person, especially those with physical disabilities, can access the content of the website without problems. The objective of this research is the analysis through literature reviews of machine learning methods applied to the study of accessibility in the web portals of Decentralized Autonomous Governments. In addition, a systematic literature review methodology was used to review more than twenty scientific articles related to keywords such as web accessibility, statistics, and machine learning, among others. In the results obtained, several techniques stand out, especially those of unsupervised learning, since their usefulness was observed in several investigations, improving the analysis and understanding of the data. This research has shown that exciting work can be done on web accessibility in institutions, considering that these studies would significantly contribute to improving access to content.

**Keywords:** Web accessibility, machine learning, unsupervised learning, statistics.



## I. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una época en donde la tecnología tiene una importancia vital y el concepto de accesibilidad debe de ir ligado a todo lo que se desarrolla en base a las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Con la creación del internet, también se desarrollaron los portales web con el objetivo de que las personas naveguen y se comuniquen. Esta tecnología ha evolucionado al punto de que hoy en día tener un sitio web es la presentación al mundo de una empresa o institución. Sin embargo, es importante destacar que no basta con tener una web atractiva, hay que diseñarla de forma que sea accesible al mayor número de personas posible, independientemente de su condición física, más aún si se trata de un portal en línea que pretende simplificar los trámites municipales que todo ciudadano debe de realizar, y estos sitios web en el caso de Ecuador, los tienen los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de mil millones de personas, es decir, casi el 15% de la población mundial, sufre algún tipo de discapacidad. El número de personas con discapacidad va en aumento, lo que se explica por la creciente prevalencia de dolencias crónicas y el envejecimiento de la población. En este sentido se han hecho muchas investigaciones acerca de la accesibilidad y en cada una de ellas se han implementado diversas técnicas estadísticas para recolectar, ordenar, clasificar y analizar los datos. Estos estudios se han realizado a diferentes tipos de portales web como por ejemplo a los del área de salud, en el área del sector turístico, en la educación y también se han hecho estudios a los websites de instituciones gubernamentales. Además, esta clase de investigación que se han realizado en el Ecuador en su gran mayoría por lo general están dirigidos a las instituciones de educación superior y hay muy poca información acerca de estudios realizados a instituciones públicas gubernamentales. Es por eso que el objetivo de esta revisión literaria es descubrir y entender como se ha llevado a cabo otras investigaciones aplicadas a la accesibilidad y que métodos estadísticos relacionados a machine-learning son las más adecuados para el tratamiento de los datos.

En este trabajo, la recolección de la información se realiza mediante los motores de búsqueda en bases de datos especializados en artículos científicos, se seleccionaron veinte documentos que aportan significativamente a este trabajo, estos pasaron por un proceso de revisión y análisis con el fin de que el contenido sea de calidad y tenga un gran aporte para el desarrollo de esta investigación.

## II. DESARROLLO

En esta sección abarcaremos los aspectos teóricos y conceptuales relacionados a la accesibilidad web y a los métodos de machine learning que se aplican a este tipo de estudio.

### A. Accesibilidad en sitios web

El significado de accesibilidad está relacionado con el concepto de diseño universal, ya que nos dice que el diseño accesible debe ser utilizado por la mayor cantidad de personas sin restricciones, independientemente de sus habilidades físicas o intelectuales, con el objetivo de facilitar a cualquiera el acceso al contenido de un documento electrónico, incluso al usuario que tenga una discapacidad física [1].

La accesibilidad tiene como finalidad permitir que muchos individuos usen los sitios web, independientemente de los conocimientos, las habilidades personales y las características técnicas del dispositivo, eliminando las barreras que no permite que los adultos mayores y las personas con discapacidad utilicen esta tecnología. De esta manera se puede afirmar que, utilizando correctamente los criterios de accesibilidad, un portal web se convierte en una herramienta muy útil porque facilita el acceso a la información a un mayor número de personas, especialmente aquellas que tienen alguna limitación física [2].

## B. Estándares y normas de accesibilidad

Las normas más utilizadas por los investigadores cuando realizan este tipo de estudio son las sugeridas por la WAI (Web Accessibility Initiative), que es una rama de la W3C (World Wide Consortium) que se dedica a mejorar la accesibilidad de la web [3]. La WAI tiene una pauta de accesibilidad llamada WCAG 2.1 (Web Content Accessibility Guidelines, Pautas de Accesibilidad del Contenido Web), que nos da especificaciones de cómo debería ser el contenido que se publica en las páginas web como videos, textos, imágenes, enlaces, entre otros [4]. De tal manera, dentro de la WCAG 2.1 encontramos cuatro principios que se describen como: [5].

- **Perceptible:** El contenido como la información y componentes que conforman la interfaz de usuario se deben presentar a los usuarios de forma clara de modo que puedan percibirlos
- **Operable:** Los componentes de la interfaz de usuario deben de ser operable
- **Comprensible:** La información que contiene la página web y el manejo de la interfaz de usuario debe ser comprensible.
- **Robusto:** El contenido de la página web debe ser lo suficientemente estable y robusto para que se adapte y sea interpretado de forma confiable por diferentes agentes de usuarios, incluyendo las ayudas técnicas.

Cada principio está formado por pautas que son los que se deben de tomar en cuenta para que una página web sea accesible. Las pautas deben de estar dentro de los criterios de conformidad para comprobar si realmente se cumplen. En este sentido, los criterios de conformidad tienen tres niveles el A, AA, AAA, en donde el AA es el que más se debe de tener en cuenta ya que en este nivel se podrá alcanzar una accesibilidad importante dentro de los sitios web [6].

## C. Métodos y técnicas estadísticas aplicados al estudio de la accesibilidad web

Los métodos y técnicas estadísticas que se aplican para el tratamiento y análisis de los datos cuando se trata de temas relacionados a la web son varios. Por ejemplo, en relación a la accesibilidad las técnicas utilizadas por los investigadores son el análisis factorial de componentes principales [7], las técnicas para medir la simetría de los datos aplican la inferencia estadística, realizan pruebas de normalidad mostrándolos en un gráficos histogramas y diagramas de cajas [2].

Otros autores [8], utilizan una técnica de clasificación para determinar cuál es el nivel de accesibilidad. Sin embargo, otras investigaciones [9], aplican técnicas estadísticas univariadas, bivariadas y multivariadas como el análisis de componentes principales, de conglomerados y factoriales de correspondencias simples. También se han aplicado técnicas de machine learning para el análisis de la accesibilidad en las presentaciones [10], donde detallan un nuevo enfoque para valorar los documentos accesibles aplicando el aprendizaje automático con un modelo construido a partir de las características de la apariencia de una presentación.

## D. Machine Learning (Aprendizaje automático)

El aprendizaje automático o machine learning nació en el campo de la inteligencia artificial, incluye un conjunto de métodos matemáticos y estadísticos, cuyas tareas están relacionadas con el reconocimiento, diagnóstico, predicción, entre otros. En este sentido, existen categorías de aprendizaje, de los cuales, los más utilizados para el estudio de la web son el supervisado y no supervisado. Algunas investigaciones [11], proponen un método de aprendizaje semisupervisado para evaluar la accesibilidad de todas las páginas de un sitio web. Otros métodos [11] son conocidos como predicción activa. Este procedimiento convierte la evaluación de la accesibilidad web en un modelo de aprendizaje activo para luego hacer predicciones, logrando alcanzar una alta precisión en las evaluaciones.

El aprendizaje supervisado permite deducir patrones e hipótesis a través de los datos que se suministran al modelo, lo cual lleva a predecir una instancia correspondiente a los datos de entrada. Además, dentro del aprendizaje supervisado se pueden aplicar varias técnicas como la de árbol de decisión [12], red bayesiana y máquina de vectores de apoyo (SVM) para poder clasificar cada uno de los conjuntos de datos de los sitios web etiquetados como accesibles y no accesibles. Sin embargo, los resultados con estas técnicas pueden ser prometedores, por lo que algunos autores sugieren una clasificación automatizada de las páginas web con respecto a la accesibilidad.

Así como hay estudios aplicando el aprendizaje supervisado también lo hay utilizando el aprendizaje no supervisado [13], donde se aplica la técnica de agrupamiento clúster a 21 portales web, con lo cual plantean una técnica estadística para extraer características de las URL de forma no supervisada. La finalidad es agrupar esas particularidades para construir patrones que representen los diferentes tipos de direcciones web de un sitio.

El aprendizaje no supervisado puede liberarnos de la necesidad de etiquetar los datos y también de aplicar características de ingeniería manualmente, gracias a los métodos flexibles, generales y automatizados del aprendizaje automático [14]. También podemos encontrar un diagrama de las técnicas utilizados en los aprendizajes no supervisados, en donde los investigadores dividen las técnicas en seis categorías principales: aprendizaje jerárquico, agrupación de datos, modelos de variables latentes, reducción de dimensionalidad y detección de valores atípicos.

A continuación, se analizan algunas técnicas del aprendizaje no supervisado que han sido aplicadas a estudios relacionados a portales web, cabe recalcar que solo se revisaron técnicas que aportaron un valor significativo para la accesibilidad web.

#### E. Agrupación de datos (data clustering)

La agrupación en clústeres es un método de aprendizaje no supervisado que tiene como objetivo encontrar patrones ocultos en datos de entrada no etiquetados en forma de grupos, es decir, abarca la disposición de los datos en agrupaciones naturales significativas sobre la base de la similitud [14]. Las técnicas de agrupamiento y de clasificación son muy útiles en estos tipos de estudios porque se puede partir de unos pocos ejemplos de entrenamiento etiquetados automáticamente permitiendo captar características valiosas de los objetos de estudios [15].

Algunas investigaciones muestran que las metodologías generales permiten el agrupamiento basado en modelos, que además proporcionan un enfoque estadístico apoyados en los principios de la accesibilidad web, por lo tanto, este tipo de modelos puede ser útil para otros problemas en el análisis multivariante, en el análisis discriminante y la estimación de densidad multivariante [16]. También existen estudios enfocados en la agrupación basados en la estructura y el estilo del sitio web para el proceso de categorización, limpieza, detección de esquemas y extracciones automáticas de los datos [17]. En este sentido las técnicas de clustering aplican un enfoque de aprendizaje automático para agrupar según las barreras detectadas y seleccionando páginas representativas, se pueden obtener buenos resultados y así confirmar la validez de los niveles de accesibilidad de los portales estudiados [18].

#### F. Reducción de dimensiones

La reducción de dimensionalidad de los datos es una tarea no supervisada, donde en lugar de elegir un subconjunto de características, crea nuevas características (dimensiones) como una función de todas las características. Es útil para modelado, compresión y visualización de datos [14].

Una de las técnicas utilizadas para la reducción de dimensiones es la del análisis factorial, aunque también forma parte de la categoría de modelos de variables latente. Es diferente de otros modelos de variables latentes en términos de la variación tolerada para diferentes dimensiones. En el modelo de análisis factorial, las variables latentes tienen covarianza diagonal en lugar de covarianza isotrópica. Además del análisis factorial también se puede aplicar la técnica del análisis de componentes principales (PCA). El PCA es una técnica estadística que utiliza la transformación ortogonal en los datos para convertir  $n$  número de variables posiblemente correlacionadas en menor número  $k$  de variables no correlacionadas denominadas componentes principales. Usando esta técnica, podemos reconocer las características más fuertes que tiene el conjunto de datos, lo que hace que los datos sean más fáciles para explorar y visualizar.

En esta revisión de la literatura se encontraron algunas investigaciones en donde se aplicaron las técnicas del análisis factorial y el análisis de componentes principales. Los investigadores al aplicar estos métodos pueden dividir las características de los sitios web en componentes considerándolos como subindicadores y con la rotación varimax se puede facilitar la explicación de los vínculos entre variables y componentes [7]. Incluso combinando las técnicas de clustering y el PCA se obtiene un modelo con valores relevantes para alcanzar los objetivos afines a la accesibilidad del contenido digital [19].

#### G. Leyes de la Accesibilidad web en el Ecuador

En el Ecuador existe el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, que fue creado para establecer normas técnicas ecuatorianas para satisfacer los sectores productivos y servicios. El INEN en su Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE-INEN: RTE-288 en la resolución N° 16 008 por el Ministerio de Industria y Productividad "Accesibilidad para el contenido web", establece las normas técnicas para la web, que toda institución pública y privada que brinde algún servicio a través de la web debería cumplir [20]. Este Reglamento Técnico Ecuatoriano aplica para los contenidos publicados en los portales web tanto del sector público y privado que brinden servicios por este medio, garantizando el acceso a la información y comunicación de todas las personas con y sin discapacidad. En este sentido, se ha tomado como referencia la NTE INEN-ISO/IEC 40500, Tecnología de la información – Directrices de accesibilidad para el contenido web del W3C (WCAG 2.0). Los requisitos primordiales para que un sitio web sea accesible según el reglamento del INEN son los siguientes:

El contenido publicado y todo el sitio web, tiene que cumplir con las pautas y criterios de conformidad establecidos en la Norma NTE INEN-ISO/IEC 40500, vigente. Se pide que los sitios web cumplan por completo del nivel de conformidad AA, establecido en la Norma NTE INEN-ISO/IEC 40500, vigente.

### III. METODOLOGÍA

La búsqueda bibliográfica de los artículos citados en este documento se la realiza mediante los sitios web Google Scholar, Scielo, Research Gate, Science Direct, entre otros. Las palabras clave utilizadas para la búsqueda fueron "accesibilidad web", "clúster", "estadística", "aprendizaje automático", "machine learning", "aprendizaje no supervisado" entre otras.

Se encontraron más de cincuenta artículos que contenían una o más de las palabras clave, luego se escogieron los que aplicaban los métodos y técnicas del aprendizaje automático o machine learning para el tratamiento de los datos, de los cuales los seleccionados para este trabajo fueron revisados y analizados cuidadosamente, quedando finalmente veinte, desechando los otros ya que no se ajustaban a esta investigación. Además, también se considera la relevancia en los resultados obtenidos, las conclusiones y trabajos futuros.

## IV. RESULTADOS

La accesibilidad de los sitios web es cada vez más necesaria ya que aporta con herramientas de utilidad a una gran diversidad de personas, que deben incorporarse a las actividades online de diferente índole, de ahí que resulte de gran interés la gestión apropiada de sitios web accesibles.

Los modelos de aprendizajes automáticos basados en las técnicas de machine learning permiten enriquecer en gran medida el estudio de la accesibilidad de los contenidos en los portales web, sin embargo, hay que saber escoger cuál técnica o método aplicar y va a depender del objetivo que se quiera alcanzar y del tipo de datos que se recolecte de los objetos de análisis. Además, se debe de tener en consideración las características que están normalizadas para que una web cumpla con los requisitos mínimos y sea de fácil acceso.

La diferencia más importante entre las técnicas del aprendizaje supervisado y el aprendizaje no supervisado es que el primero, necesita que los datos estén etiquetados, es decir que la información sea identificada o procesada previamente, pero en el caso del aprendizaje no supervisado no hace falta que los datos sean etiquetados, lo que significa que no es necesario procesarlos previos a la aplicación de la técnica.

La técnica de agrupamiento o clustering es una de las más utilizadas en las investigaciones de la accesibilidad web, porque facilita la clasificación de acuerdo a características relevantes que tienen los individuos de estudio. Además, si va acompañado con la aplicación de otra técnica como la del PCA que permite comprender cuáles son las variables más relevantes que influyen en el proceso de agrupación, se logra mejorar el desarrollo y la obtención de los resultados.

Otra de las técnicas que destaca en estos tipos de investigaciones es la de reducción de dimensiones que ayudan a entender cuál es la correlación de las variables de estudio y aplicando modelos basados en agentes inteligentes se logra comprender los niveles de accesibilidad establecidos en las normas estandarizadas. En este sentido, con las herramientas del aprendizaje no supervisado se pueden descubrir falencias que permitan proponer nuevos enfoques a favor de la accesibilidad web.

## CONCLUSIONES

Es bien sabido que los métodos estadísticos permiten el análisis de los datos de una manera muy eficiente y de la misma manera se puede observar en el análisis de las relaciones que tienen las variables de estudio. Es importante señalar que el investigador tiene la libertad de elegir las técnicas y métodos estadísticos que crea conveniente, pero esta elección es uno de los principales puntos que marcan la calidad de los resultados, es por eso, que conocer las ventajas, desventajas y escenarios de la aplicación de las técnicas es muy relevante en un proyecto de investigación.

Las técnicas o métodos de machine learning tienen una gran importancia en la aplicación cuando en la investigación hay que evaluar un gran número de variables. Las técnicas de clasificación, agrupamiento y reducción de dimensiones son las protagonistas si se aplican para el tratado de los datos y para la obtención de respuestas en lo que es accesibilidad web. Sin embargo, se debe de tener presente que cuando se habla de la web tenemos que tener claro cuál es el tipo de contenido que se va a evaluar y dependiendo de eso aplicamos los métodos.

Aplicar las técnicas de agrupamiento como el PCA, k-means, agrupación jerárquica, las técnicas de clasificación o de reducción de dimensiones, facilitan el proceso de interpretar y mostrar los datos en gráficos minimizando la incertidumbre para determinar conclusiones. En este sentido, cuando se estudia la accesibilidad web se maneja un conjunto amplio de variables que al utilizar cualquier técnica o métodos de machine learning, los resultados se convierten en parte primordial teniendo incidencia en la efectividad del análisis.

Los modelos de aprendizajes automáticos basados en las técnicas de machine learning son usados por los investigadores después de tratar los datos, por lo general con alguna técnica de análisis factorial o de reducción de dimensiones que forman parte del aprendizaje no supervisado. Luego de ese procedimiento se crea un modelo para lograr predecir los niveles de accesibilidad que tienen los portales web y de esta manera estos métodos permiten que al estudiar la accesibilidad sea mucho más fácil comprender los lineamientos de las normas aplicadas al contenido web.

## REFERENCIAS

- [1] M. Campoverde-Molina, S. Luján-Mora, and L. Valverde, "Análisis de accesibilidad web de las universidades y escuelas politécnicas del Ecuador aplicando la norma NTE INEN ISO/IEC 40500:2012," pp. 53–68, 2019.
- [2] A. Ismail and K. S. Kuppusamy, "Web accessibility investigation and identification of major issues of higher education websites with statistical measures: A case study of college websites," J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci., vol. 34, no. 3, pp. 901–911, 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2019.03.011.
- [3] The World Wide Web Consortium, "Home | Web Accessibility Initiative (WAI) | W3C." <https://www.w3.org/WAI/> (accessed Jul. 31, 2022).
- [4] D. Naranjo-Villota, J. Guña-Moya, P. Acosta-Vargas, and V. Muirragui-Irrazábal, "Evaluación de la accesibilidad web en institutos acreditados de educación superior del Ecuador," Rev. Espac., vol. 41, no. 4, p. 5, 2020, [Online]. Available: <http://revistaespacios.com/a20v41n04/20410405.html>
- [5] T. Acosta, P. Acosta-Vargas, J. Zambrano-Miranda, and S. Lujan-Mora, "Web Accessibility Evaluation of Videos Published on YouTube by Worldwide Top-Ranking Universities," IEEE Access, vol. 8, pp. 110994–111011, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3002175.
- [6] N. K. Esparza Cruz, Z. Merino Acosta, and H. Guerrero Torres, "Accesibilidad Web en las Instituciones de Educación Superior del Ecuador: Año 2016," J. Sci. Res. Rev. Cienc. e Investig., vol. 1, no. CITT2016, pp. 44–48, 2016, doi: 10.26910/issn.2528-8083vol1isscitt2016.2016pp44-48.
- [7] Ó. R. G. López, T. M. B. Palacios, and M. B. Mateos, "El índice cuantitativo de calidad web como instrumento objetivo de medición de la calidad de sitios web corporativos," Investig. Eur. Dir. y Econ. la Empres., vol. 19, no. 1, pp. 16–30, 2013, doi: 10.1016/j.iedee.2012.07.004.
- [8] Y. S. Rodríguez, E. Á. Calderón, L. B. Pérez, and C. A. S. Anlas, "State of web accessibility of e-government portals in Latin America," Bibl. An. Investig., vol. 16, no. 1, pp. 7–22, 2020.
- [9] L. Olsina and M. Bérnabe, "Técnicas Estadísticas para el Análisis de la Calidad de Sitios Web," no. July, 2019.
- [10] D. Sato, H. Takagi, and C. Asakawa, "Accessibility evaluation based on machine learning technique," Eighth Int. ACM SIGACCESS Conf. Comput. Access. ASSETS 2006, vol. 2006, pp. 253–254, 2006, doi: 10.1145/1168987.1169041.
- [11] M. Zhang, C. Wang, Z. Yu, C. Shen, and J. Bu, "Active learning for web accessibility evaluation," Proc. 14th Web All Conf. W4A 2017, 2017, doi: 10.1145/3058555.3058559.
- [12] S. Bahram, D. Sen, and R. S. Amant, "Prediction of Web page accessibility based on structural and textual features," W4A 2011 - Int. Cross-Disciplinary Conf. Web Access., pp. 5–8, 2011, doi: 10.1145/1969289.1969329.
- [13] I. Hernández, C. R. Rivero, D. Ruiz, and R. Corchuelo, "A statistical approach to URL-based web page clustering," WWW'12 - Proc. 21st Annu. Conf. World Wide Web Companion, pp. 525–526, 2012, doi: 10.1145/2187980.2188109.
- [14] M. Usama et al., "Unsupervised Machine Learning for Networking: Techniques, Applications and Research Challenges," IEEE Access, vol. 7, pp. 65579–65615, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2916648.
- [15] J. P. Bigham, "Increasing web accessibility by automatically judging alternative text quality," Int. Conf. Intell. User Interfaces, Proc. IUI, pp. 349–352, 2007, doi: 10.1145/1216295.1216364.
- [16] P. Taylor, C. Fraley, and A. E. Raftery, "Journal of the American Statistical Association and Density Estimation Model-Based Clustering , Discriminant Analysis , and Density Estimation," no. May, pp. 37–41, 2012.

- [17] T. Gowda and C. Mattmann, "Clustering web pages based on structure and style similarity," Proc. - 2016 IEEE 17th Int. Conf. Inf. Reuse Integr. IRI 2016, pp. 175–180, 2016, doi: 10.1109/IRI.2016.30.
- [18] J. Mucha, M. Snaprud, and A. Nietzio, "Web page clustering for more efficient website accessibility evaluations," Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics), vol. 9758, pp. 259–266, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-41264-1\_35.
- [19] M. D. Olvera Lobo, M. Aguilar Soto, and E. Ruíz de Osma, "Evaluación de sitios web de postgrados biomédicos en España Evaluation of websites for biomedical," vol. 24, no. 1, pp. 47–60, 2012.
- [20] Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), "Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 288 'Accesibilidad para el Contenido Web,'" pp. 1–6, 2016, [Online]. Available: <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/02/RTE-288.pdf>.

