

REVISTA CIENTÍFICA **CONECTIVIDAD**

REVISTA DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN DEL INSTITUTO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI
SANGOLQUÍ - ECUADOR

ISSN 2806-5875 / Publicación: 16-01-2024



Vol. 5 - No. 1
2024
enero - junio

latindex
catálogo 2.0



REVISTA CONECTIVIDAD

Volumen 5, Número 1, enero – junio 2024

Revista Científica de Ciencias Sociales y Ciencias de la Ingeniería del Departamento de
Investigación del Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui

Comité Editorial

Director

PhD. Marcelo Zambrano, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Editor Jefe

MSc. César Minaya Andino, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Gestión Operativa

Lcda. Karla Ayala, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Mg. María José Rivera, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Ing. Jenny Guerra Almeida. Mg., Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui,
Ecuador

Diseño

Ing. Rommel Chillagana, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador

Comité Científico interno

PhD. Marcelo Zambrano, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Raisa Bernal, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Moisés Toapanta, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Aníbal Altamirano, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Wladimir Paredes, Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, Ecuador.

PhD. Juan Minango, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui - Sangolquí, Ecuador.

MSc. César Minaya Andino, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

Comité Científico externo:

PhD. Ana Zambrano, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

PhD. Eliana Acurio, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

PhD. Henry Díaz, Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

PhD. Santiago Vidal, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

PhD. Francisco Pérez, Universidad Politécnica de Valencia, España.

PhD. José Antonio Moreiro, Universidad Carlos III de Madrid, España.

PhD. Ulrich Mücke, Universität Hamburg, Alemania.

PhD. Raúl Bueno, Dartmouth College, Estados Unidos.

PhD. Miguel Ángel Garrido Gallardo, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España.

PhD. Ambrosio Velasco Gómez, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

PhD. Yanna Hadatty Mora, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

PhD. Carlos García-Bedoya Maguiña, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

PhD. Jesús Flores Vivar, Universidad Complutense de Madrid, España.

PhD. Rómulo Monte Alto, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil.

PhD. Elmer Levano Huamaccto, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

PhD. Gustavo Terra Bastos, Universidad Federal de Sao Joao del-Rei, Brasil.

PhD. Esdras Nicoletto da Cunha, Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Sao Paulo, Brasil.

PhD. Andrea Carolina Flores Rodríguez, Embraer Defensa y Seguridad, Brasil.

PhD. Diana Rojas, Universidad de La Sabana, Colombia.

PhD. Sergio Albano, Universidad Nacional del Rosario, Argentina.

PhD. María Teresa Kobila, Universidad Nacional de Rosario, Argentina.

PhD. Jorge Álvarez Tello, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador.

PhD. Juan Carlos González, Universidad Estatal de Moscú Bahuman, Rusia.

MSc. Diego Paredes, Universidad de Zaragoza, España.

PhD. Víctor Garrido, Universidad de Valencia, España

PhD. Alberto García, Universidad de Valencia, España

PhD. Alex Santamaría, Universidad Laica Eloy Alfaro, Ecuador.

PhD. Ana Hilda Márquez de González, Universidad Metropolitana, Ecuador.

PhD. Neris Marina Ortega, Universidad Metropolitana, Ecuador.

MSc. Dewis Esqueila Brice Hernández, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

MSc. Paolina Figuera, Universidad Iberoamericana, Ecuador.

PhD. Roberto Enrique Alvarado Chacón, Universidad de Los Andes UNIANDES, Ecuador.

MSc. Juan Carlos House Vivanco, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

PhD. Mayiya Lisbeth González Illescas, Universidad Técnica de Machala, Ecuador.

PhD. Juanita del Carmen García Aguilar, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

MSc. Henry Homero Pazmiño Arroyo, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

MSc. Roberto Alex Taco Pizarro, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

PhD. Luis Ernesto Huaraca Vera, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

PhD. Galo Ramiro Moreno Bastidas, Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador.

MSc. Rosa Yessenia Vera Loor, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.

MSc. Willman Bravo Espinoza, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

MSc. Luis Carrera Toro, Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, Ecuador.

MSc. Jorge Álvarez Santana, Universidad San Francisco de Quito USFQ, Ecuador.

Ing. Luis Pazos Gómez, ADNOC Abu Dhabi National Oil Company, Emiratos Árabes Unidos.

CONECTIVIDAD
REVISTA CIENTÍFICA

Volumen 5, Número 1

Enero – junio 2024

ISSN electrónico 2806-5875

revista@ister.edu.ec

La gestión de Conectividad se lleva a cabo mediante los siguientes criterios:

La revista utiliza el sistema antiplagio académico



Los artículos cuentan con código de identificación (Digital Object Identifier)



El proceso editorial se gestiona a través del Open Journal System



Es una publicación de acceso abierto (Open Access) con licencia Creative Commons



Las políticas copyright y de uso postprint, se encuentran publicadas en el Repositorio de Políticas de Autoarchivo Sherpa/Romeo



Los artículos de la presente edición pueden consultarse en

<https://revista.ister.edu.ec/ojs/index.php/ISTER/issue/view/10>

EDITORIAL

Estimadas y estimados lectores:

En esta edición, se presentan una serie de estudios que engloban áreas científicas, educativas y de mercado. Cada uno de estos trabajos ofrece una oportunidad para adentrarse en el conocimiento y la innovación en diferentes áreas.

Se destaca un análisis detallado sobre el comportamiento del ciclo Otto MCI frente a diversas condiciones ambientales en el contexto de la ingeniería automotriz, así como la incidencia de factores externos en el rendimiento de los motores de combustión interna, lo que proporciona una visión más profunda de los desafíos actuales en la industria automotriz y sus implicaciones ambientales. Además, se analizan las estrategias de inyección de combustible en vehículos livianos en el mercado ecuatoriano, con un enfoque específico en las marcas japonesas, ofreciendo una visión crítica de la industria automotriz en la región.

También, se exploran estrategias innovadoras de comercialización y marketing para productos locales, como la harina de bagazo en Quito, resaltando la necesidad de adaptación al entorno comercial local.

En el sector energético, la adopción del gas asociado al petróleo se perfila como una opción promisoriosa para generar electricidad en yacimientos petrolíferos consolidados. Concurrentemente, en el ámbito educativo, un minucioso estudio sobre la incorporación de la inteligencia artificial en los sistemas educativos brinda una perspectiva atractiva del porvenir del aprendizaje. Asimismo, se investiga el empleo de simuladores virtuales como una herramienta didáctica innovadora en el ámbito de la electricidad.

Este número celebra la armonía del conocimiento, donde cada idea representa un paso adelante en el camino hacia un futuro más prometedor. Al adentrarnos en estas páginas impregnadas de sabiduría, se anima a reflexionar sobre el poder transformador de la colaboración entre disciplinas aparentemente divergentes. En el encuentro de estos dominios es donde la innovación se hace palpable, donde las fronteras se diluyen y las soluciones emergen. En este viaje hacia adelante, la ciencia y la tecnología se erigen como nuestros más poderosos aliados.

César Minaya Andino, MSc.

EDITOR JEFE

ÍNDICE

Aplicación de un modelo matemático para el análisis del comportamiento del ciclo otto MCI bajo manipulación de parámetros ambientales _____ **1**

Rodrigo Passo, Jeyson Patricio Egas García, Joffre Alexander Arguello Guerrero, Jhon Gregorio García Valencia, Edwuin Paúl Lisintuña Toapanta

Estrategias de comercialización y marketing para la harina de bagazo en Quito _____ **20**

Ramiro Pérez, María José Chacón, Alexandra Hernández, Renato Sánchez

Incidencia de los efectos ambientales en el comportamiento del motor de combustión interna en compresión y caudal de aire _____ **36**

Rodrigo Passo, Lorena Maribel Camacho Játiva, Joan Alfredo Arguello Tarira, María Belén Villamar Rodríguez, Hernán Darío Herrera Contreras

La inteligencia artificial en la educación y sus implicaciones: un mapeo sistemático de la literatura _____ **49**

Oscar Darío León Granizo

Sistemas de inyección de combustible de vehículos livianos en el mercado ecuatoriano. Caso de estudio: Marcas japonesas _____ **67**

Jaime Antamba, Guillermo Oña, Vanessa Vallejo, Danny Peñafiel

Gas asociado de petróleo para generación eléctrica en el campo Bermejo _____ **83**

Luis Álvarez, Jefferson Fabricio Llumiquinga Chancosi, Diego Ayala, Wilson Padilla, Silvia Ayala

Evaluando la calidad de las aplicaciones Low-Code: Un mapeo sistemático de la literatura _____ **93**

Miguel Botto-Tobar, Carlos Neil

Diseño de una propuesta de marketing de servicio al cliente para una institución de educación superior pública en el Ecuador _____ **109**

Ambar Guerrero Ochoa

Evaluación del uso de simuladores virtuales aplicados a la electricidad en el sistema de Educación Superior como herramienta de enseñanza – aprendizaje _____ **128**

María Gabriela Vera, Pablo Catota, Migdalia Sulbaran, Gerardo Cajamarca Méndez

Aplicación de un modelo matemático para el análisis del comportamiento del ciclo otto MCI bajo manipulación de parámetros ambientales

Application of a mathematical model for the analysis of the behavior of the otto MCI cycle under manipulation of environmental parameters

Manuel Rodrigo Passo Guamangate¹, Jeyson Patricio Egas García², Joffre Alexander Arguello Guerrero³, Jhon Gregorio García Valencia⁴, Edwain Paúl Lisintuña Toapanta⁵

¹Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, manuelpasso@itscv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo, jegasg@uteq.edu.ec, Quevedo, Ecuador

³Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, joffrealexanderarguello@istcv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

⁴Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, jhongarciavalencia@itscv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

⁵ Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, edwainlisintuna@itscv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

Autor para correspondencia: manuelpasso@itscv.edu.ec

Fecha de recepción: septiembre 2023

Fecha de aceptación: diciembre

2023

RESUMEN

El objetivo de la investigación bibliográfica y experimental sobre el comportamiento del ciclo termodinámico en motores de combustión interna es verificar cambios de comportamiento, utilizando soluciones matemáticas para analizar los cambios de valores en términos de presión, volumen y giro del cigüeñal. La potencia de salida de un motor de gasolina de cuatro tiempos con compresión en el motor es proporcional a un exponente de 1.34 del coeficiente politrópico y la relación de compresión. Los efectos de las variaciones de presión y temperatura sobre el rendimiento de motores de combustión interna que funcionan en diferentes alturas sobre el nivel del mar, por lo que se estudió aprovechando que nuestro país Ecuador tiene muchos cambios geográficos, ya que, cuantificar los efectos de la temperatura y la presión es vital para establecer la capacidad de operar motores de encendido por chispa a altitudes muy superiores a aquellas para las que fueron diseñados. Los efectos de las condiciones atmosféricas mostraron que la temperatura domina la presión y dieron como resultado una pérdida de potencia y caída de la compresión de alrededor del 1,5% por cada 100 m de aumento de altitud. La eficiencia del motor cayó aproximadamente 1,54 puntos porcentuales por cada 300 m de aumento de altitud. La investigación se plasmó en Excel para el desarrollo del modelo matemático, en el cual se obtuvo los gráficos de diagrama presión vs volumen, presión vs ángulo de giro del cigüeñal y la dispersión de fuerzas actuantes en el pistón, biela y cigüeñal.

Palabras clave: Artículos, Ciclos, Investigación, Motores, Temperatura, Presión

ABSTRACT

The objective of bibliographic and experimental research on the behavior of the thermodynamic cycle in internal combustion engines is to verify changes in behavior, using mathematical solutions to analyze changes in values in terms of pressure, volume and rotation of the crankshaft. The power output of a four-stroke gasoline engine with compression in the engine is proportional to an exponent of 1.34 of the polytropic coefficient and the compression ratio. The effects of pressure and temperature variations on the performance of internal combustion engines that operate at different heights above sea level, which is why it was studied taking advantage of the fact that our country Ecuador has many geographical changes, since quantifying the effects of temperature and pressure is vital to establishing the ability to operate spark ignition engines at altitudes much higher than those for which they were designed. The effects of atmospheric conditions showed that temperature dominates pressure and resulted in a power loss and compression drop of around 1.5% for every 100 m increase in altitude. Engine efficiency dropped approximately 1.54 percentage points for every 300 m increase in altitude. The research was captured in Excel for the development of the mathematical model, in which the pressure vs volume diagram graphs, pressure vs angle of rotation of the crankshaft and the dispersion of forces acting on the piston, connecting rod and crankshaft were obtained.

Key words: Articles, Cycles, Research, Engines, Temperature, Pressure

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación busca mostrar los estudios del efecto de la altitud en el desempeño de motores de combustión interna de manera teórica, en función de la presión, la altura y temperatura en el ambiente. La altitud sobre el nivel del mar tiene un efecto notable sobre la densidad del aire y su composición (Lapuerta, Armas, Agudelo, & Sánchez, 2006). Dado que los motores de combustión interna tienen sistemas de combustible de base volumétrica, la altitud puede modificar su ciclo termodinámico de operación y, en consecuencia, su rendimiento, las condiciones locales de combustión y la formación de contaminantes. Se plantea y presenta una expresión matemática que permitirá calcular el incremento de los parámetros necesario para observar cambios del ciclo termodinámico P-V con el aumento de altitud (Lapuerta et al., 2006; Leach, Kalghatgi, Stone, & Miles, 2020).

El estudio de la admisión, compresión y trabajo es importante debido al requerimiento de producir emisiones mucho más bajas manteniendo una alta eficiencia térmica. Entre los sistemas de combustión existentes, los motores a combustión interna encendidos por chispa representan una gran proporción y ligeras mejoras en su eficiencia dan a lugar a grandes impactos en términos ambientales y económicos (Ağbulut & Bakir, 2019; Andara, 2019). Con el fin de lograr esto, se ha buscado entender los fenómenos físicos ambientales involucrados en la combustión a través de cálculos matemáticos corroborando fórmulas de aplicación mecánica

y matemática. Siendo esta última la herramienta dominante para el presente trabajo de investigación. No obstante, el acople de las ecuaciones para la modelación estadístico que son requeridos para realizar las simulaciones numéricas.

Indagar los efectos de la presión atmosférica y las variaciones de temperatura en el rendimiento de los motores de combustión interna que funcionan a altitudes significativamente superiores al nivel del mar no están ampliamente estudiados y es la razón de estudio aprovechando las condiciones geográficas de nuestro país Ecuador. Durante las investigaciones que se realizó, se encontró datos para identificar el impacto de la variación de la presión de admisión, compresión y trabajo en el rendimiento del motor tanto con un carburador como con un sistema de inyección de combustible del cuerpo del acelerador que suministra una mezcla de gasolina. Utilizando equipos de diagnóstico automotriz como scanner, osciloscopio y emuladores para el monitoreo de datos en vivo para el análisis del comportamiento del diagrama P-V, se encontró datos que mientras se varía la temperatura del aire junto con la presión a diferentes alturas del seteo matemático hay variaciones muy significativas en los diagramas termodinámicos hallados. Los resultados mostrados en base al modelado matemático es la disminución en el rendimiento (admisión, compresión y trabajo) ya que el tiempo de escape no se ve afectado por estos comportamientos (Reitz et al., 2019; Stone, 1999).

Aún queda mucho por aprender sobre el efecto de las presiones y temperaturas atmosféricas en los motores de combustión interna para aplicaciones automotrices, ya que en los motores sean del tipo alternativo, de encendido por chispa o por compresión, los cambios en el medio ambiente pueden afectar el proceso de combustión, el rendimiento; las características requeridas del combustible y la economía de combustible (Guzzella & Onder, 2009). Las pruebas de campo de los motores actuales de encendido por chispa presentan pérdidas de compresión a diferentes alturas ya que es uno de los parámetros más importantes para desarrollo mecánico (Heywood, 2018).

MATERIALES Y MÉTODOS

Método biográfico

El primer paso para completar los objetivos de la investigación fue diseñar un modelo matemático capaz de generar resultados en condiciones de altitud simuladas. Una vez que se completó la fase de diseño matemático, se ordenaron las ideas con resultados y se completó la construcción del modelo para el inicio de las simulaciones matemáticas. El siguiente paso del

proceso fue completar una serie de comprobaciones de funcionalidad del modelo. Estas comprobaciones verificaron que el modelo propuesto pudiera funcionar de forma segura, que fuera capaz de generar las condiciones requeridas, y que fuera capaz de registrar las medidas necesarias para completar el análisis de desempeño en el cuadro de resultados.

No sin antes usar el siguiente formulario para poder setear resultados enfocados a la parte teórica y acoplar de manera clara a la realidad manejando datos como las constantes empleadas a la realidad dentro de un motor de combustión interna.

Para el cual usaremos la matemática en motores de combustión interna del siguiente autor (Mena, 2011):

Presión de admisión

$$P_a = P_o - \frac{(\beta^2 + \varepsilon)(0.5 * \omega_{ad}^2)}{1000000} \quad \text{ó} \quad P_a = (0.8 - 0.9)P_o$$

- P_a = Presión de admisión “kPa”
- P_o = Presión inicial o atmosférica “kPa”
- $\beta^2 + \varepsilon$ = Variación molecular del aire
- ω_{ad}^2 = Velocidad promedio del aire

Temperatura de admisión

$$T_a = \frac{T_o + \Delta T + \gamma_{res} * T_r}{1 + \gamma_{res}}$$

- T_a = Temperatura de admisión “°K”
- T_o = Temperatura inicial o ambiental “°K”
- ΔT = Diferencia de la temperatura de carga “°K”
- γ_{res} = Coeficiente de los gases residuales de 0,006 a 0.01
- T_r = Temperatura de gases quemados de 900 °K a 1000 °K

Presión de compresión

$$P_c = P_a * \varepsilon^{n_1}$$

- P_c = Presión de compresión “kPa”
- ε = Relación de compresión
- n_1 = Constante politrópica 1.34

Temperatura de compresión

$$T_c = T_a * \varepsilon^{n_1-1}$$

- T_c = Temperatura de compresión “°K”

Presión de trabajo

$$P_z = \frac{P_c * T_z * m_r}{T_c}$$

- P_z = Presión de explosión o trabajo real “kPa”
- T_z = Temperatura de trabajo 2500 °K a 2700 °K
- m_r = Coeficiente molecular de los gases de 0.9

Presión de escape

$$P_b = \frac{P_z}{\varepsilon^{n_2}}$$

- P_b = Presión de escape “kPa”
- n_2 = constante politrópica de gases al final del ciclo 1,23 a 1,3

Temperatura de compresión

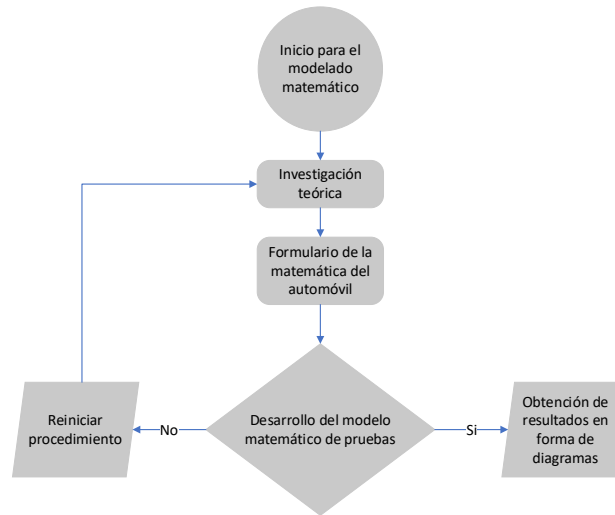
$$T_b = \frac{T_z}{\varepsilon^{n_2-1}}$$

- T_b = Temperatura de escape de los gases al final del ciclo “°K”

Método experimental

El diseño experimental será aplicado en esta investigación el cual permitirá realizar una acción y después observar las consecuencias. Así, hablamos de "experimentar" cuando mezclamos pruebas mecánicas de eficiencias a diferentes alturas y presiones barométricas y veremos la reacción provocada, o cuando nos cambiamos la apariencia y observamos el efecto que causa en nuestras amistades. La esencia de esta concepción de experimento es la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados (Doorman, 1991; M. T. Fernández & García, 2017; Hernández-Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2018).

Figura 1. Diagrama de procedimiento desarrollado para la ejecución del proyecto



Fuente: (Jhon, 2023)

La capacidad de respuestas del modelo matemático se determinó mediante una serie de pruebas. La primera prueba se completó en función de variables manipuladas como la temperatura del aire, la presión atmosférica y las condiciones propias que rigen los MCI, la segunda y última prueba fue que una vez obtenida los resultados estos se vean reflejadas por medio de gráficos en la tabla de Excel y de esta manera interpretar los resultados.

A continuación, la interfaz de entrada de datos como parte del modelo matemático en el cual se ingresa los parámetros de control para la obtención de resultados según las variables requeridas del ciclo OTTO. En la tabla 1 mostrada se puede dar los parámetros de cambio como es la altura para la obtención del valor de temperatura y presión iniciales, con esto considerando que el resto de datos y/o variables son los datos de los vehículos a setear en el presente modelo, ya que se puede aplicar a diferentes modelos de motores y de esta manera hallar datos significativos para esta investigación.

Tabla 1. Parámetros iniciales de variables automotrices del vehículo.

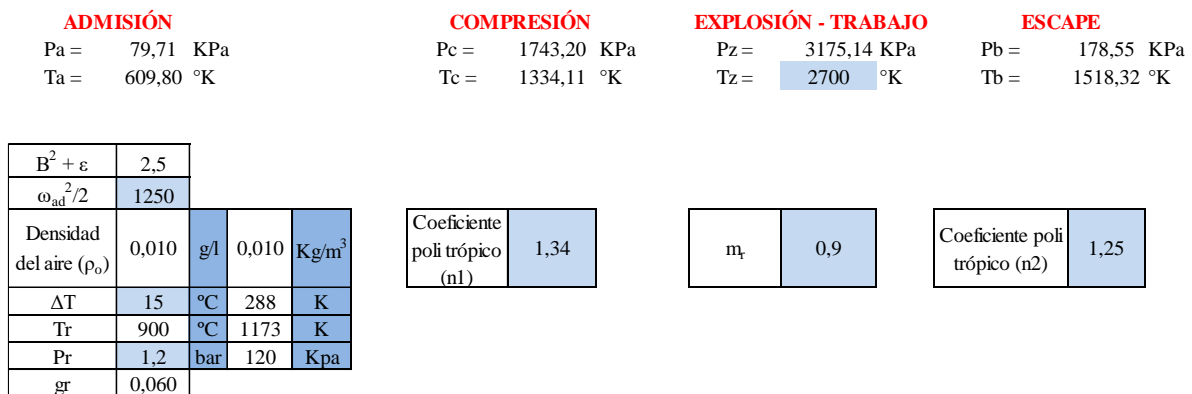
VARIABLES DE CONTROL		
		UNIDADES
Diámetro pistón	8,5	cm
Carrera	8,8	cm
Relación de compresión	10	:1
Longitud de biela	15	cm
Número de cilindros	4	---
Avance al encendido	10	°
RPM a ralentí	800	rpm
Temperatura inicial (To)	27,61	°C

Altura sobre el nivel del mar	60	m
Presión inicial (Po)	100,12	kPa
Radio del cigüeñal (R)	4,4	cm
Cilindrada Total (VH)	1997,42	cm ³
Cilindrada Unitaria (Vh)	499,36	cm ³
Volumen de cámara (Vc)	55,48	cm ³
Volumen total del cilindro (Va)	554,84	cm ³
Área del pistón (A)	56,75	cm ²
Relación (λ)	0,293	---

Cabe recalcar que en a la tabla 1 el parámetro que sufre cambios es la altura sobre el nivel del mar ya que esta variable influye directamente en los datos iniciales de la presión y temperatura, dos datos importantes para el inicio del seteo del comportamiento de la admisión, compresión, trabajo y escape. Los cambios generados en los valores de la altura dan por consecuencia cambios instantáneos en los parámetros de temperatura y presión inicial para la entrada en el colector de admisión.

En la siguiente interfaz se muestra el modelo formado en plantilla Excel para el análisis y obtención de datos y de esta manera dar un diagnóstico del estado del comportamiento de los ciclos termodinámicos en el motor de combustión interna.

Figura 2. Interfaz de resultados para los tiempos del ciclo termodinámico, variables y constantes de la mecánica del automóvil



Fuente: (Jhon, 2023)

Los resultados de la figura 2 mostradas tienen relación directa con el método biográfico mostrada en el apartado mencionado del autor (Mena, 2011), de la igual forma se relaciona con la tabla 1 ya que toma estos valores para ser tomados en cada ciclo y de esta manera ser mostrados en la tabla 4 el cual tiene un compendio de todos los resultados generados para estos cuatro tiempos del ciclo termodinámico en función de los giros del cigüeñal, con esto obteniendo un compilado de gráficas de presión-volumen, presión-ángulo de giro del cigüeñal, fuerzas- ángulo de giro del cigüeñal.

En conclusión la metodología es muy importante ya que se debe seguir un proceso ya que el trabajo de investigación es netamente teórico, haciendo relación a la figura 1, es necesario realizar una revisión bibliográfica para establecer una base matemática respecto a las fórmulas que se usará en el modelado matemático de (Mena, 2011).

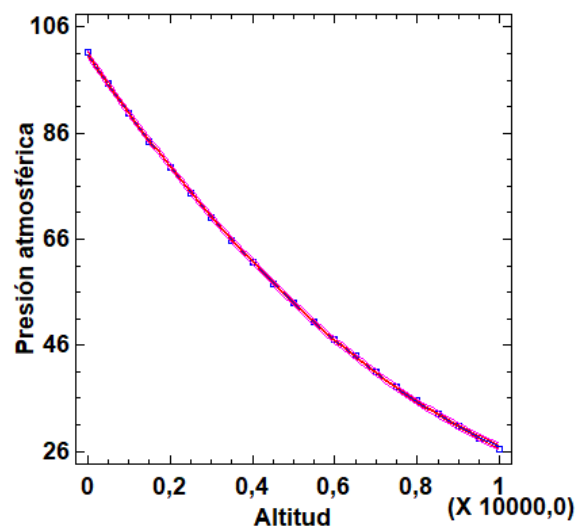
RESULTADOS

Para iniciar con esta investigación es necesario desarrollar un análisis de regresión para la presión atmosférica y la altura sobre el nivel del mar. Son datos muy relevantes que se debe tener en cuenta para identificar el comportamiento de estos parámetros de acuerdo al cambio de altura y de esta manera presentar una ecuación que controle esta variable independiente “altura” y con esto tener una variación de presión.

Tabla 2. Datos de presión atmosférica según la altura ambiental

Altitud snm (m)	Presión (kPa)
0	101,3
500	95,4
1000	89,8
1500	84,5
2000	79,5
2500	74,6
3000	70,1

Figura 3. Gráfico de presión atmosférica vs altitud



Fuente: (Jhon, 2023)

Gráfico X-Y - Presión atmosférica vs. Altitud

- Variable X: Altitud (m)
- Variable Y: Presión atmosférica (kPa)

A continuación, se presenta la ecuación de regresión para obtener la presión atmosférica en función de la altura.

$$\text{Presión atmosférica} = 100.798 - 0.0113323 * \text{Altitud} + 3.94086E - 7 * \text{Altitud}^2$$

De acuerdo a la tabla se setea a una altura de 60 msnm para obtener una temperatura inicial de pruebas de 27,61°C y una presión inicial de 100,12 kPa.

A continuación, presenta la tabla de cálculos de la plantilla para 60 msnm:

Tabla 3. Resultados obtenidos por medio del modelo matemático para 60 y 1200 msnm

Valores para 60 msnm			Valores para 1200 msnm	
Pa =	100,12	kPa	87,77	kPa
Ta =	348,69	°C	341,71	°C
Pc =	2189,58	kPa	1919,41	kPa
Tc =	1087,11	°C	1071,83	°C
Pz =	3911,96	kPa	3468,23	kPa
Tz =	2427	°C	2427	°C
Pb =	219,99	kPa	195,03	kPa
Tb =	2427	°C	1245,32	°C

Los resultados muestran cambios significativos en los 3 parámetros del ciclo Otto como son admisión, compresión y trabajo dando variaciones muy diferenciables en sus valores. Todos estos cambios se ven en la influencia de los parámetros ambientales el cual cumple un papel fundamental en el comportamiento del motor de combustión interna en sus diferentes aspectos.

Tabla 4. Cuadro comparativo de datos para 60 msnm

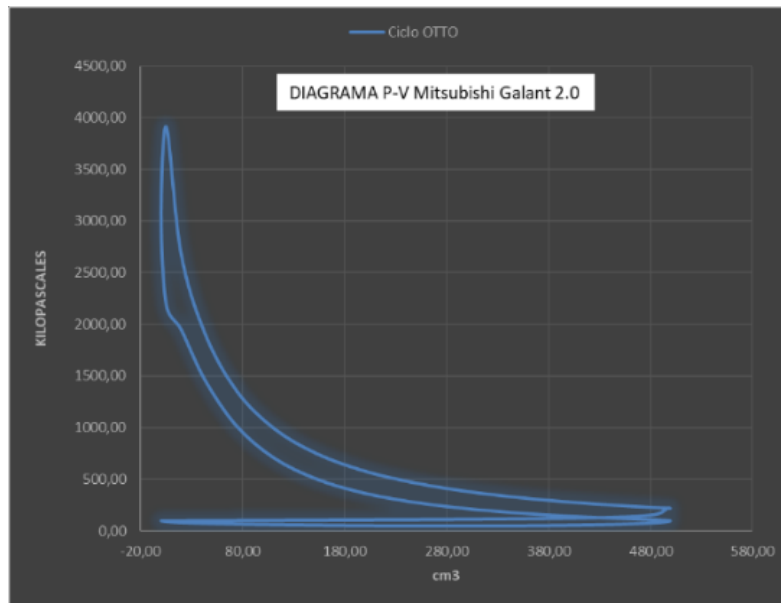
Alfa	Beta	x	Volumen	Relación V1/V2	Presión	F	NE	KE	TE	ZE	Se	Ve	We
Grados de giro del cigüeñal	Grados	cm	cm ³		Kpa	N	N	N	N	N	N	mm	cm/s
0	0	0	0,00	1,0000	100,12	5681,28	0,00	5681,28	0,00	5681,28	0,00	0,00	399,39
60	14,716	2,7	152,76	3,7533	56,77	3221,21	846,05	3330,47	3212,68	877,90	26,92	340,00	109,11
100	16,791	5,8	329,32	6,9355	50,82	2883,80	870,16	3012,22	2688,88	-1357,71	58,04	365,77	-138,75
180	0,000	8,8	499,36	10,0000	100,08	5679,22	0,00	5679,22	0,00	-5679,22	88,00	0,00	-218,22
200	-5,758	8,6	488,59	9,8060	106,26	6029,65	-608,00	6060,23	-1490,93	-5873,96	86,10	-158,12	-220,79
240	-14,716	7,1	402,44	8,2533	143,72	8155,43	-2142,03	8432,04	-5991,80	-5932,77	70,92	-340,00	-199,70
320	-10,868	1,3	73,68	2,3280	1019,71	57863,56	-11109,50	58920,39	-45704,35	37185,01	12,98	-275,12	252,29
350	-2,920	0,1	4,90	1,0883	2189,58	124247,86	-6337,01	124409,36	-27816,16	121259,85	0,86	-82,13	389,24
360	0,000	0	0,00	1,0000	3050,77	173116,01	0,00	173116,01	0,00	173116,01	0,00	0,00	399,39
400	10,868	1,3	73,68	2,3280	1360,42	77197,23	14821,46	78607,17	60975,32	49609,45	12,98	275,12	252,29
440	16,791	4,3	242,61	5,3726	478,26	27138,69	8188,86	28347,24	28148,38	-3351,87	42,75	365,77	-31,50
480	14,716	7,1	402,44	8,2533	279,65	15868,67	4167,91	16406,89	11658,71	-11543,85	70,92	340,00	-199,70
520	5,758	8,6	488,59	9,8060	225,44	12792,52	1289,93	12857,39	3163,16	-12462,22	86,10	158,12	-220,79
560	-5,758	8,6	488,59	9,8060	170,12	9653,20	-973,38	9702,15	-2386,91	-9403,96	86,10	-158,12	-220,79
600	-14,716	7,1	402,44	8,2533	124,47	7063,01	-1855,10	7302,57	-5189,20	-5138,07	70,92	-340,00	-199,70
640	-16,791	4,3	242,61	5,3726	110,66	6279,55	-1894,80	6559,19	-6513,18	-775,58	42,75	-365,77	-31,50
680	-10,868	1,3	73,68	2,3280	103,13	5851,98	-1123,55	5958,86	-4622,27	3760,67	12,98	-275,12	252,29
720	0,000	0	0,00	1,0000	100,12	5681,28	0,00	5681,28	0,00	5681,28	0,00	0,00	399,39

Para este apartado el análisis se basa en identificar la presión de compresión el cual se da en los 350° del giro del cigüeñal que también se equilibra el mismo resultado si aplicamos la fórmula de la ecuación de la presión de compresión de 2189,58 kPa antes del salto de chispa y tiempo de trabajo.

Para el resto de análisis de comportamiento de los parámetros matemáticos a diferentes condiciones atmosféricas se mantiene la misma plantilla, pero los valores como la densidad de aire, admisión, compresión, explosión, escape y potencias de salidas se verán afectados por estas condiciones mencionadas por lo que se ha concluido que en gran medida influye el desarrollo de un vehículo por condiciones climáticas.

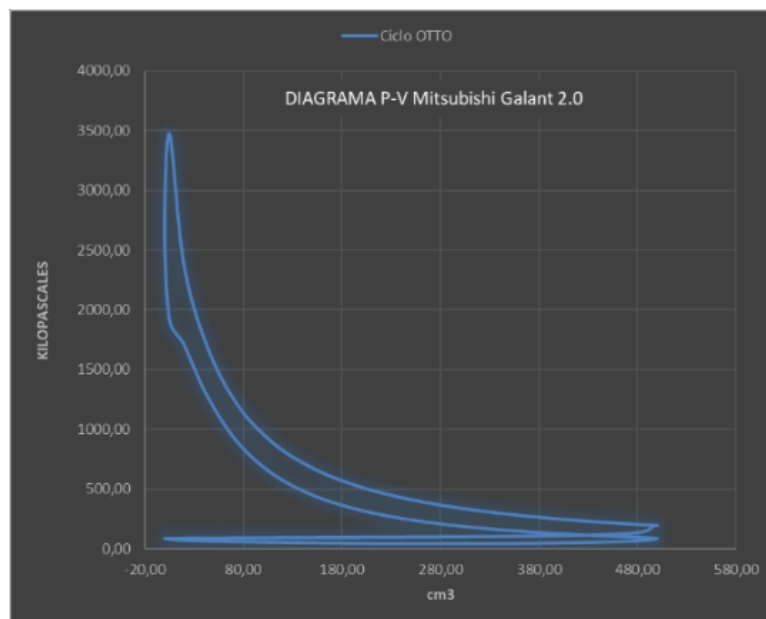
A continuación, se puede apreciar las gráficas para el dato de la altura de 60 y 1200 msnm.

Figura 4. Ciclo OTTO para 60msnm



Fuente: (Jhon, 2023)

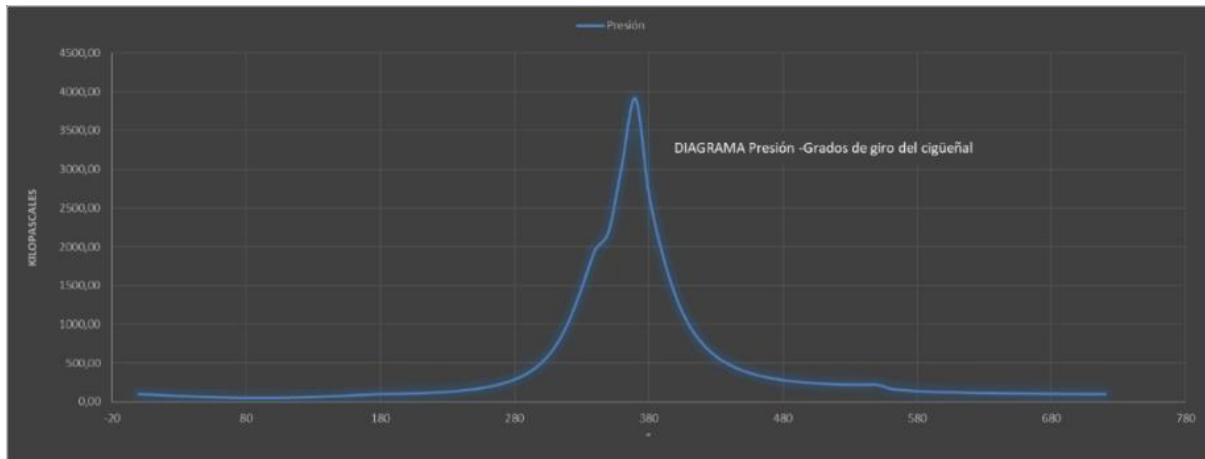
Figura 5. Ciclo OTTO para 1200 msnm



Fuente: (Jhon, 2023)

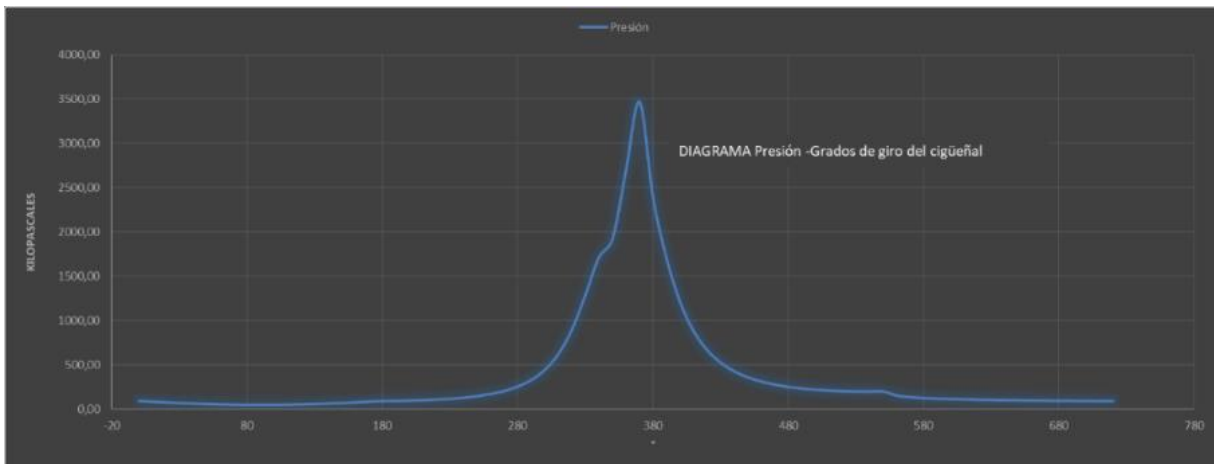
Para esta condición de cálculos la presión máxima del ciclo se da en los 370° de giro del cigüeñal teniendo una presión de explosión de 3911,96 kPa para 60 msnm y 3468,23 kPa para 1200 msnm y una relación volumétrica de 1.088 lo que equivale a 4.90 cc con un recorrido del pistón de 0.1 cm.

Figura 6. Diagrama de presiones en función del ángulo de giro del cigüeñal a 60 msnm



Fuente: (Jhon, 2023)

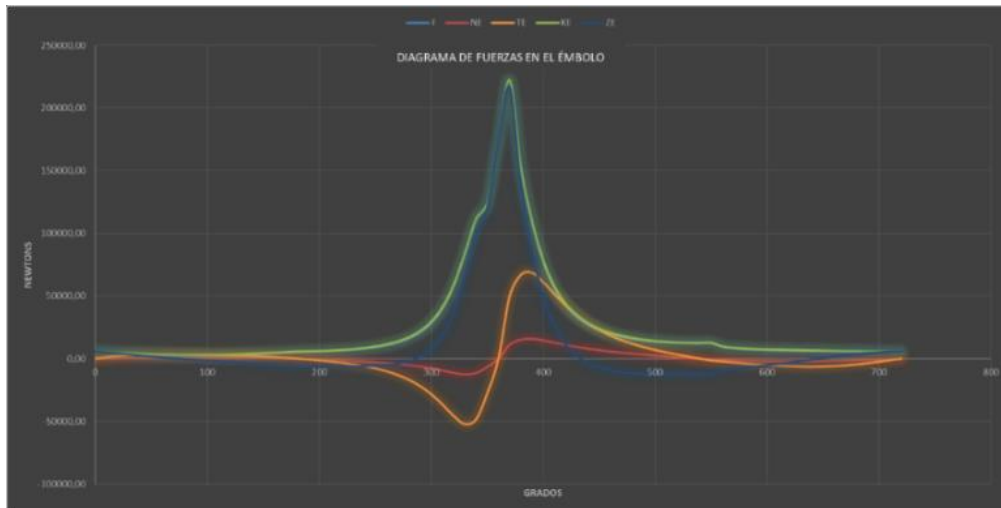
Figura 7. Diagrama de presiones en función del ángulo de giro del cigüeñal a 1200 msnm



Fuente: (Jhon, 2023)

En función de las comparaciones mostradas los valores de la compresión varían de 60 a 1200 msnm de 2198,58 y 1919,41 kPa a 350° de giro del cigüeñal con 10° de avance de chispa.

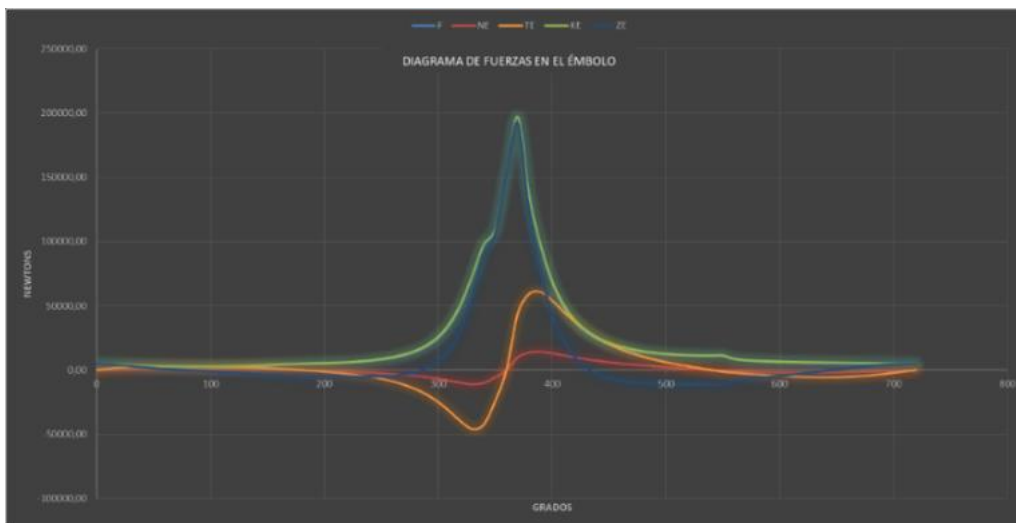
Figura 8. Distribución de fuerzas actuantes en el tren alternativo según grados de giro del cigüeñal a 60 msnm



Fuente: (Jhon, 2023)

Las fuerzas actuantes muestran valores de F con 221984,16 [N] sobre la cabeza del pistón a 370°, NE con 16135,50 [N] a 390°, ZE de 216645,70 [N] sobre el codo del cigüeñal a 370°, TE 49697 [N] a 390° para dar como resultante de la fuerza modular KE de 222272,7 [N] actuante sobre el brazo de biela.

Figura 9. Distribución de fuerzas actuantes en el tren alternativo según grados de giro del cigüeñal a 1200 msnm



Fuente: (Jhon, 2023)

Las fuerzas actuantes muestran valores de F con 196804,70 [N] sobre la cabeza del pistón a 370°, NE con 14305,26 [N] a 390°, ZE de 192071,77 [N] sobre el codo del cigüeñal a 370°, TE de 44059,91 [N] a 370° para dar como resultante de la fuerza modular KE de 197060,50 [N] actuante sobre el brazo de biela.

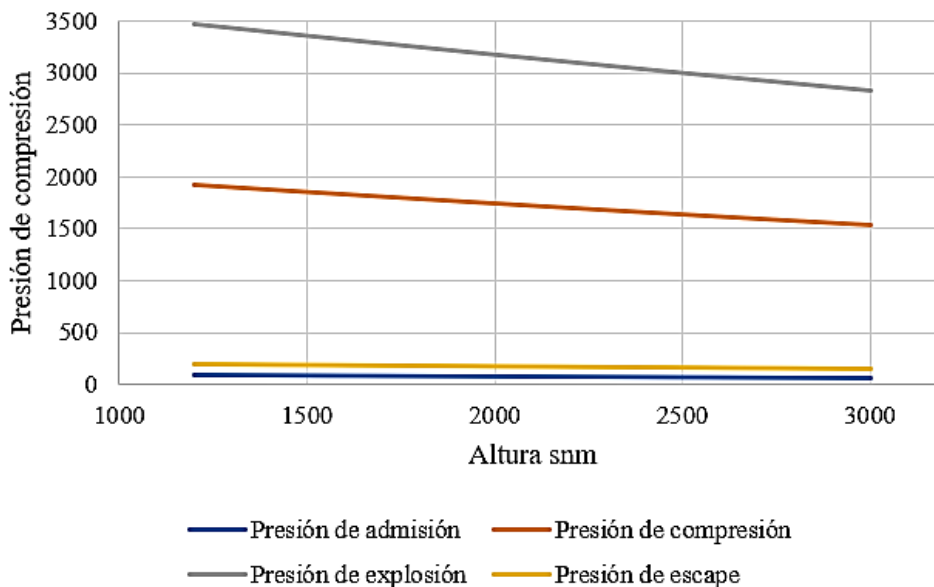
Datos estadísticos encontrados según el modelo matemático en forma resumida.

Tabla 5. Cuadro de presiones del ciclo Otto según altura ambiental

Altura sobre el nivel del mar "m"	Presión de admisión "kPa"	Presión de compresión "kPa"	Presión de explosión "kPa"	Presión de escape "kPa"
1200	87,77	1919,41	3468,23	195,03
1400	85,71	1874,33	3393,52	190,83
1600	83,68	1829,93	3319,77	186,68
1800	81,68	1786,22	3246,97	182,59
1900	80,69	1764,62	3210,93	180,56
2000	79,71	1743,20	3175,14	178,55
2100	78,74	1721,95	3139,58	176,55
2200	77,77	1700,87	3104,27	174,57
2300	76,82	1679,96	3069,21	172,59
2400	75,87	1659,23	3034,39	170,64
2500	74,93	1638,67	2999,81	168,69
2600	74,00	1618,28	2965,48	166,76
2700	73,07	1598,06	2931,39	164,84
2800	72,16	1578,02	2897,56	162,94
3000	70,35	1538,45	2830,63	159,18

A partir del cuadro anterior se muestra el siguiente gráfico en el que se aprecia los cuatro tiempos resumidos en función de la altura barométrica.

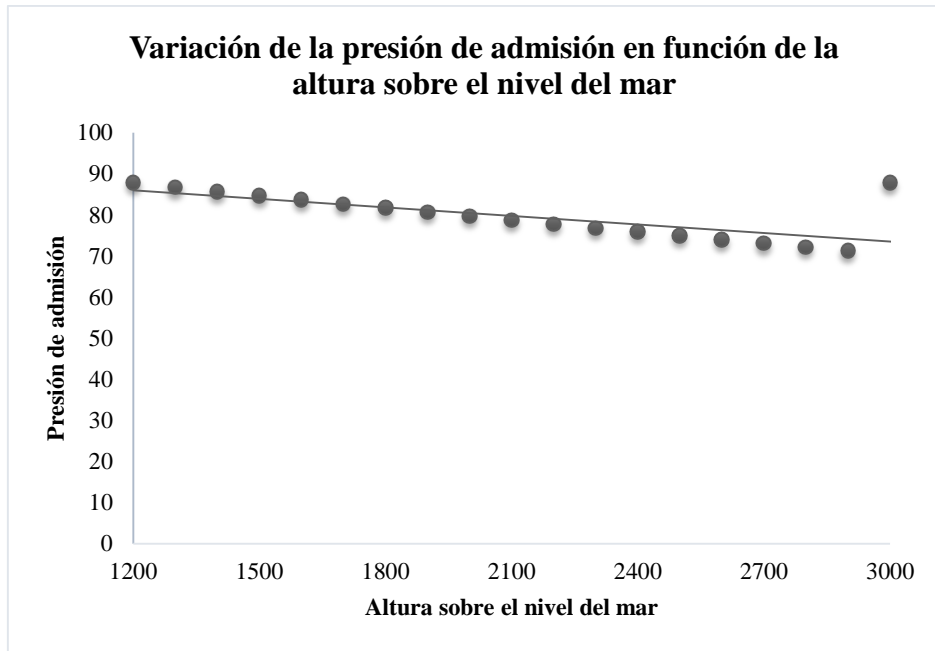
Figura 10. Dispersión lineal para los ciclos termodinámicos del vehículo de pruebas



Fuente: (Jhon, 2023)

En función de los datos seteados y obtenidos por medio del modelo matemático se aprecia que los valores de las presiones en los tiempos de admisión, compresión, trabajo y escape van disminuyendo de acuerdo aumenta la altura barométrica, con lo que el vehículo tiene un mejor desarrollo en la región costa por el criterio de poseer mayor concentración de oxígeno en el ambiente.

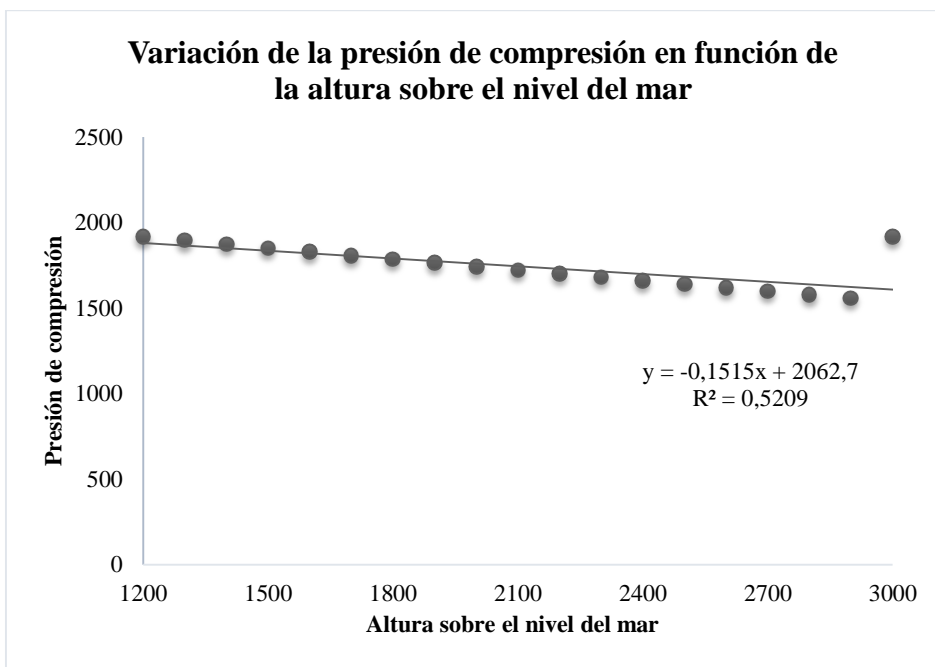
Figura 11. Regresión lineal para admisión



Fuente: (Jhon, 2023)

$$Pa = -0,0097h + 99,18$$
$$R^2 = 0,9996 \text{ confiabilidad}$$

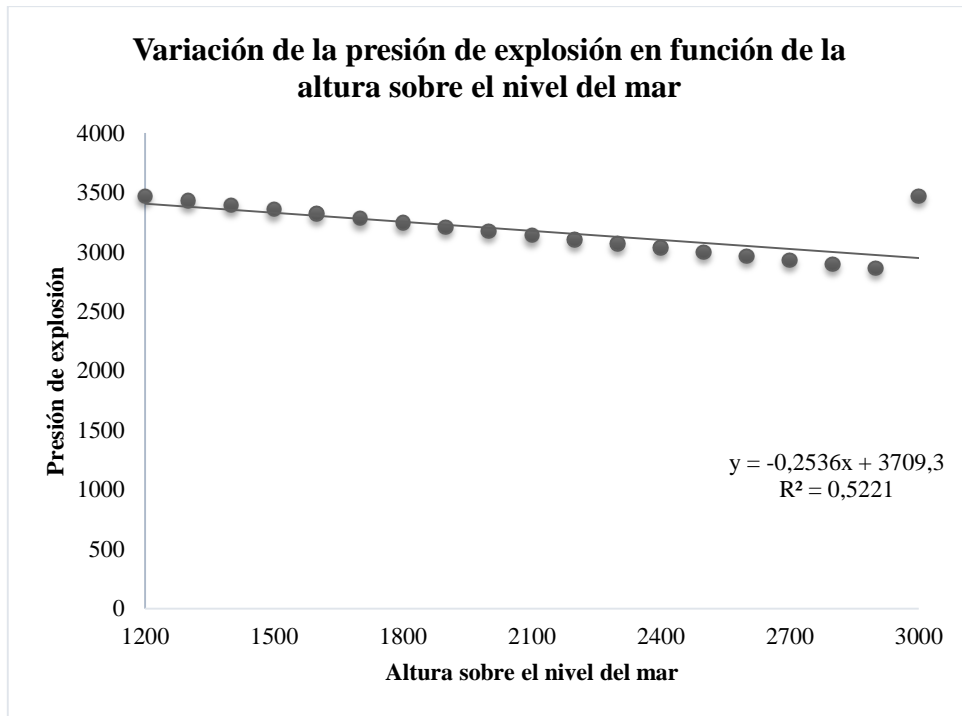
Figura 12. Regresión lineal para compresión



Fuente: (Jhon, 2023)

$$Pc = -0,2116h + 2169$$
$$R^2 = 0,9996 \text{ confiabilidad}$$

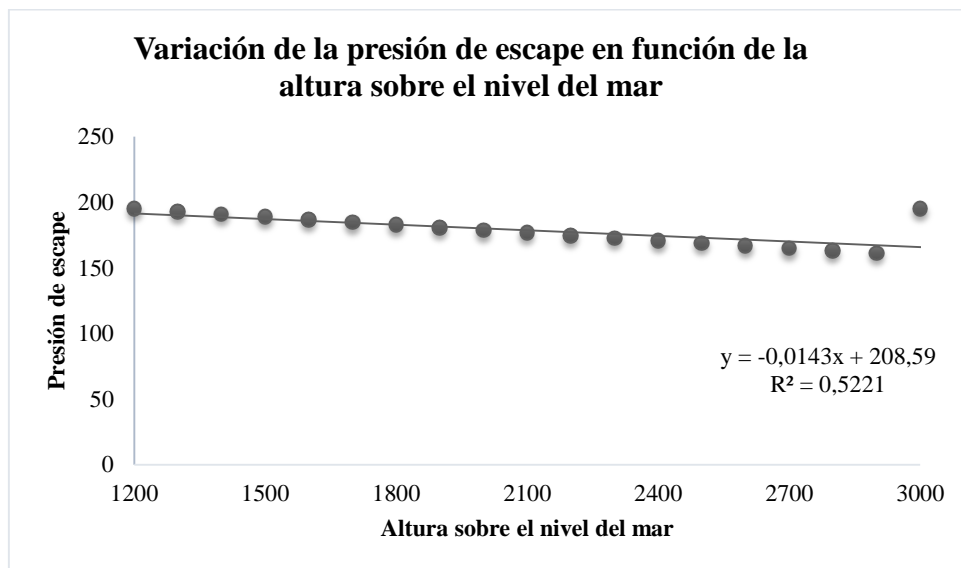
Figura 13. Regresión lineal para trabajo



Fuente: (Jhon, 2023)

$$P_z = -0,3543h + 3887,2$$
$$R^2 = 0,9997 \text{ confiabilidad}$$

Figura 14. Regresión lineal para escape



Fuente: (Jhon, 2023)

$$P_z = -0,0199h + 218,59$$
$$R^2 = 0,9997 \text{ confiabilidad}$$

DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados encontrados y revisados con (Abdullah et al., 2013) se muestra que el sistema de admisión de aire dio como resultado una combustión rica que condujo a una combustión incompleta debido a una menor disponibilidad de aire. Al eliminar el filtro de aire, se redujo la restricción del flujo de aire a través del sistema de admisión de aire. Por lo tanto nuestra investigación y (Dicksee, 1959), se logra una mejor combustión y componentes menos refinados debido a la disponibilidad de aire más denso. Se requiere una presión de entrada de aire más baja para aumentar la densidad del aire, lo que permite una mejor combustión en un tiempo limitado para mejorar la economía de campo, la producción de energía y las emisiones contaminantes.

17

CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta investigación fue estudiar los efectos de la temperatura en el rendimiento de un motor de combustión interna a diferentes rangos de altura. Con el fin de recopilar datos para las medidas de variación de la presión en el bloque motor. Los datos de las variables dependientes de la temperatura se tomaron a altitudes en rangos de 300 metros, la presión va teniendo una variación de 1,5%, y los datos de temperatura de referencia también se tomaron a altitudes de 300 metros para comparar la reducción de temperaturas en 1°C por cada 154 metros de altura.

Se determinó que la biela sufre mayor daño en el cuerpo de biela ya que es aquí donde se produce la torcedura por motivos de que la fuerza KE modular es mayor en relación con las fuerzas en forma de componentes vectoriales ZE y TE, ya que los resultados de variación tanto en temperatura y presión se vieron claramente afectados en la disminución del mismo a la vez que se aumentaba la altura, los datos encontrados se mostró una disminución de 1°C por cada 154 metros de altura, de la misma manera los gráficos de presión volumen fueron presentados en el apartado de resultados en el que se connota los cambios obtenidos.

El comportamiento del motor en términos de rendimiento, consumo de combustible y emisiones de escape están influenciados por la magnitud de la presión de entrada de aire. Necesita formar una mezcla de aire y combustible más pobre para extraer más energía del proceso de combustión. La gran cantidad de aire aumenta la posibilidad de que los elementos químicos del combustible se quemen con oxígeno.

TRABAJOS FUTUROS

Esta investigación se recomienda para futuros trabajos de investigación y para que la comunidad educativa y/o profesional establezca nuevos recursos, tanto teóricos como prácticos en el comportamiento de los ciclos termodinámicos en diferentes condiciones de funcionamiento.

REFERENCIAS

- Abdullah, N. R., Shahrudin, N. S., Mamat, A. M. I., Kasolang, S., Zulkifli, A., & Mamat, R. (2013). Effects of Air Intake Pressure to the Fuel Economy and Exhaust Emissions on a Small SI Engine. *Procedia Engineering*, 68, 278-284. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.180>
- Ağbulut, Ü., & Bakir, H. (2019). The investigation on economic and ecological impacts of tendency to electric vehicles instead of internal combustion engines. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 25-36. doi:<https://doi.org/10.29130/dubitado.457914>
- Andara, R. (2019). Usabilidad, impactos ambientales y costos de los vehículos de combustión interna y eléctricos. doi:<https://doi.org/10.24197/trim.17.2019.111-125>
- Caballero Carrascal, J., Fernández Diego, M., & Cutanda García, E. M. (2006). MAGRIP, Modelo de Gestión de Riesgos En Proyectos: Su Aplicación A Proyectos De Riesgos Laborales.
- Dicksee, C. B. (1959). Influence of Atmospheric Pressure and Temperature upon the Performance of the Naturally Aspirated Four-Stroke C. I. Engine. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers: Automobile Division*, 13(1), 83-99. doi:10.1243/PIME_AUTO_1959_000_014_02
- Doorman, F. J. (1991). *La metodología del diagnóstico en el enfoque " Investigación Adaptativa"*: IICA Biblioteca Venezuela.
- Fernández, C., & Baptista, P. (2013). Metodología de la Investigación-Roberto Hernández Sampieri. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Fernández, M. T., & García, B. M. (2017). La Educación inclusiva intercultural en Latinoamericana. Análisis legislativo. *Revista de Educación Inclusiva*, 9(2-bis).
- Guzzella, L., & Onder, C. (2009). *Introduction to modeling and control of internal combustion engine systems*: Springer Science & Business Media.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4): McGraw-Hill Interamericana México.
- Heywood, J. B. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals* (2nd edition. ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Jhon, A. A. G. (2023). Incidencia de los efectos ambientales en el comportamiento de la eficiencia mecánica en los motores de combustión interna aplicando un modelo matemático. In.
- Lapuerta, M., Armas, O., Agudelo, J. R., & Sánchez, C. A. (2006). Estudio del efecto de la altitud sobre el comportamiento de motores de combustión interna. Parte 1:

Funcionamiento. *Información tecnológica*, 17(5), 21-30.
doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000500005>

- Leach, F., Kalghatgi, G., Stone, R., & Miles, P. (2020). The scope for improving the efficiency and environmental impact of internal combustion engines. *Transportation Engineering*, 1, 100005. doi:<https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100005>
- Mena, L. (2011). Compilador de ejercicios de motores de combustión interna Diesel-Gasolina. *Nueva Aurora*.(págs. 48). Ecuador, Quito.
- Reitz, R. D., Ogawa, H., Payri, R., Fansler, T., Kokjohn, S., Moriyoshi, Y., . . . Zhao, H. (2019). IJER editorial: The future of the internal combustion engine. *International Journal of Engine Research*, 21(1), 3-10. doi:<https://doi.org/10.1177/14680874198779>
- Rodríguez, C. M., & Valldeoriola, J. (2002). *Metodología de la investigación*: Panamericana.
- Stone, R. (1999). *Introduction to internal combustion engines* (Vol. 3): Springer.

Estrategias de comercialización y marketing para la harina de bagazo en Quito

Commercialization and marketing strategies for bagasse flour in Quito

Santiago Pérez¹, María José Chacón², Alexandra Hernández³, Renato Sánchez Izquierdo⁴

¹ Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui Ister, ramiro.perez@ister.edu.ec, Quito, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui Ister, maria.chacon@ister.edu.ec, Quito, Ecuador

³ Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui Ister, alexandra.hernandez@ister.edu.ec, Quito, Ecuador

⁴ Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui Ister, renato.sanchez@ister.edu.ec, Quito, Ecuador

Autor para correspondencia: ramiro.perez@ister.edu.ec

Fecha de recepción: julio de 2023

Fecha de aceptación: noviembre 2023

RESUMEN

La industria cervecera en el Ecuador se ha convertido en uno de los sectores empresariales más importantes en todo el territorio, en el proceso de elaboración de la cerveza se genera una cantidad considerable de desechos como el bagazo, la misma que en los últimos años ha sido aprovechada por empresarios en la elaboración de harina. Al momento de plantear estrategias de comercialización y marketing para la harina de bagazo en la ciudad de Quito, se ha visto necesario conocer la aceptación del público hacia los subproductos de la harina con relación al mercado actual. Para esto se utilizará estrategias de marketing como canales de comercialización tradicionales y digitales. Se identificó un estudio exploratorio ya que se ha generado una problemática en la comercialización de la harina de bagazo, para ello se utilizaron varias herramientas como el focus group, información de varios estudios y recopilación bibliográfica lo que pudo determinar una Comparación regional de consumo de productos panificables y obtención de molienda de harina de bagazo de cerveza, así como los gustos y características organolépticas de productos elaborados con harina de bagazo cervecero. Con lo antes mencionado se sugiere planificar y desarrollar un plan de comercialización del producto, así como, estandarizar la mayor parte de los procesos de cualquier industria, de la misma manera obtener registros sanitarios y legalizar todo el proceso facilitará la comercialización del producto, de igual manera que la comercialización de la harina de bagazo sea estudiada a profundidad, fortaleciendo factores como la marca, identidad del producto, slogan y otros elementos que permitan posicionar en el mercado al producto.

Palabras clave: Harina de bagazo, Redes sociales, Estrategias de comercialización, Marketing

ABSTRACT

The brewing industry in Ecuador has become one of the most important business sectors in the entire territory, in the brewing process a considerable amount of waste such as bagasse is generated, the same amount that in recent years has been used by entrepreneurs in the production of flour. At the time of proposing commercialization and marketing strategies for

bagasse flour in the city of Quito, it has been necessary to know the public's acceptance of flour by-products in relation to the current market. For this, marketing strategies will be used as traditional and digital marketing channels. An exploratory study was identified since a problem has been generated in the marketing of bagasse flour, for which several tools were used such as the focus group, information from several studies and bibliographical compilation, which could determine a regional comparison of consumption of products. bakeries and obtaining milling of beer bagasse flour as well as the tastes and organoleptic characteristics of products made with beer bagasse flour. With the aforementioned, it is suggested to plan and develop a marketing plan for the product, as well as standardize most of the processes of any industry, in the same way obtaining sanitary records and legalizing the entire process will facilitate the marketing of the product, in the same way so that the marketing of bagasse flour is studied in depth, strengthening factors such as brand, product identity, slogan and other elements that allow the product to be positioned in the market.

Key words: Bagasse flour, Social networks, Commercialization strategies, Marketing.

INTRODUCCIÓN

La producción de harina de bagazo de cerveza se ha convertido en un punto de interés al momento de realizar y comercializar productos panificables, ya que, por su alto valor nutricional, este producto ha logrado escalar en las materias primas con mayor uso a nivel mundial. Por ejemplo “en la Unión Europea se producen miles de millones de toneladas de bagazo, aproximadamente 20 kg por 100 litros de cerveza (ALFA Group, 2021). Estas cifras presentes en Europa representan la viabilidad de la transformación del bagazo en harina, pero también exponen un problema que aqueja a los consumidores, el cual se basa en la poca o nula difusión de las propiedades y beneficios de la harina de bagazo de cerveza.

El bagazo de cerveza es tratado como desecho, causando daño a nivel ambiental. Por ese motivo se ha implementado procesos de industrialización del bagazo para su reutilización con fines de consumo, que mitigaran algunos problemas de interés públicos en aspectos como la salud o la economía del país considerando que en Ecuador la industria cervecera está consolidada como uno de los sectores más importantes para la economía del país. El sector cervecero produce un total de 120.000 toneladas de bagazo anual (Beetrack, 2019).

En la actualidad los productos derivados de la harina de bagazo de cerveza se han diversificado usando un sinfín de materias primas como base ya sean estas de origen vegetal o animal, esto con la finalidad de innovar y buscar opciones que sean accesibles para todo el público y tengan los más altos estándares de calidad que el mercado nacional e internacional exija. Bajo este contexto se ha visto la factibilidad del uso del bagazo de cerveza como materia prima para la elaboración de subproductos mismo que se define como cualquier sustancia u objeto, resultante de un proceso de producción, cuya finalidad primaria no sea la producción de esa sustancia u

objeto, se debe tener la seguridad de que va a ser usado ulteriormente (Bárbara Mirabá-Merchán, 2021).

A lo largo de la investigación se ha comprobado la preferencia de los consumidores a la hora de consumir productos derivados de la harina de bagazo de cerveza, pero, también se ha evidenciado como la falta de promoción ha visto reducirse el mercado a quien este tipo de productos va dirigido, por ejemplo en el Distrito Metropolitano de Quito, la comercialización de la harina de bagazo de cerveza es sumamente reducida, limitándose a productos de panadería y pastelería elaborados por artesanos que experimentan con distintos tipos de harinas. Esto se debe a la falta de promoción de los productos de harina de bagazo especialmente en medios electrónicos y redes sociales las cuales tienen un gran impacto en la decisión de compra de los consumidores (Cruz, 2018). La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (Tic) en el marketing de productos innovadores, en especial las redes sociales marcan un precedente importante a la hora de posicionar estratégicamente un producto en el mercado.

En diversos estudios se ha demostrado que las redes sociales impulsan la decisión de compra de los consumidores. Por ejemplo, la agencia de marketing y publicidad ODM Group destaca que el 74% de los consumidores se apoyan en este tipo de plataformas para tomar sus decisiones de compra (Garcia, 2020).

Bajo este panorama se ha investigado la preferencia de un grupo de participantes al momento de compra de un producto ya sea de pastelería o panadería, además de recopilar información acerca de los medios por los que la promoción y comercialización de los productos tendrá mayor impacto en la decisión de compra de las personas.

¿Por qué desarrollar una estrategia de comercialización digital para la harina de bagazo en Quito? Porque permite identificar la orientación de compra mediante el uso de distintos canales digitales para mostrar los beneficios de consumir la harina de bagazo y así poder dar a conocer y comercializar por la ciudad de Quito. El objetivo es diseñar un plan de mercadeo para el expendio de harina de bagazo de cerveza en la ciudad de Quito.

Los artículos revisados y relacionados a procesos de elaboración de harina de cerveza, estrategias de comercialización, uso de canales digitales son:

Estrategia de marketing digital en la venta al por menor en comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos y bebidas de la zona 3, Futuro de la cerveza artesanal en

el desarrollo turístico: Motivaciones y Barreras en Pichincha, Ecuador (Compañía Cervecera de Canarias S.A., 2018), Determinación del mejor tratamiento de la mezcla de harina de bagazo de cebada de malta con harina de trigo para la aplicación en productos panificados, Producción de harina de bagazo a partir de un residuo de la industria cervecera, De residuo a recurso, Buenas perspectivas del mercado global de alimentos y bebidas naturales (Gonzales, 2011).

La metodología que se aplicó en este proyecto es cualitativa con la finalidad de obtener las opiniones y percepciones de las personas bajo este panorama se investigó la preferencia de un grupo de participantes al momento de compra de un producto ya sea de pastelería o panadería, además se recopiló información acerca de los medios por los que la promoción y comercialización de los productos tendrá mayor impacto en la decisión de compra de las personas. De acuerdo a un estudio realizado por Euro monitor (empresa británica con 40 años de experiencia en investigación de mercados y con oficinas en 15 ciudades del mundo) en 2017, en más de 100 países, al observar la etiqueta de un alimento, el 50% de las personas se preocupa de que este sea 100% natural, y entre el 40% y 50% busca que no tenga edulcorantes artificiales, azúcar añadida, grasas trans o aceites hidrogenados, transgénicos (GMO) e ingredientes artificiales (Javier, 2020).

El resultado es el análisis comparativo de los canales de comercialización tradicionales y digitales aplicadas al expendio de harina de bagazo de cerveza en la ciudad de Quito. Se concluye que es factible la comercialización vía marketing digital.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación, se obtuvieron los resultados para su posterior análisis y discusión, como ya se nombró, con un enfoque cualitativo, ya que se realizó el planteamiento del problema, revisión bibliográfica, recolección de datos, análisis de datos y reporte de resultados o conclusiones (Pérez, 2021).

Se ha identificado que el tipo de estudio es exploratorio o formulativos ya que se ha generado una problemática en la comercialización de la harina de bagazo y nos permite plantear una hipótesis en función a ello (Álvarez Gomez et al., 2021).

Hallada la información del tipo de investigación se plateó según la información, documental de campo, ya que investigó información bibliográfica y se analizó mediante la técnica de recolección de datos en campo (Faustino, 2020).

El método de investigación utilizado es el deductivo ya que se utilizará conceptos generales para poder llegar a conceptos particulares. Método y metodología son dos conceptos diferentes el método es el procedimiento para lograr los objetivos, mientras la metodología es el estudio del método.

Materiales

La primera herramienta utilizada para obtener la información fue un Grupo Focal o *Focus Group* (Bárbara Mirabá-Merchán, 2021).

La importancia del Focus Group para este estudio radicó en el momento de aplicar un segundo instrumento en donde se cuestionaba los métodos, técnicas y formas en cómo se podría comercializar la harina. También se preguntó acerca de los principales medios electrónicos que tendrán mayor impacto en la comercialización, distribución y marketing de la harina de bagazo de cerveza. Este estudio fue realizado en el Tecnológico Universitario Rumiñahui en el trabajo investigativo titulado: Obtención De Harina De Bagazo Para Uso Alimentario, del año 2022.

Se diseñó el primer escenario los expertos puedan degustar los productos panificables elaborados a base de harina de bagazo cervecero para que expresen sus sensaciones conforme al producto, y así mismo, se indagó y usó referencias bibliográficas para acceder a información pertinente. Esto brindó toda la información necesaria para que la comercialización y el marketing de la haría de bagazo de cerveza se lleve a cabo.

En primera instancia se realizó una degustación de pan y galletas a un grupo de participantes, estos productos fueron realizados con harina de bagazo de cerveza rubia, cerveza roja y cerveza negra. Posteriormente se aplicó una serie de preguntas con tópicos como el sabor, la consistencia o el olor de los productos con el objetivo de que los participantes tengan pleno conocimiento de los productos que se pueden realizar con la harina de bagazo.

También, se obtuvo información de estudios posteriores que tuvieron relación con la producción y comercialización de harinas en el Ecuador y el mundo. Esto abrió campo al uso de redes sociales para gestionar estrategias de comercialización y ventas más fuertes.

En segunda instancia se recurrió a una revisión bibliográfica con estudios posteriores que tengan que ver con la producción harinera en el Ecuador, imagen institucional y principales estrategias de marketing y comercialización de productos en la ciudad de Quito, haciendo énfasis en el uso de las redes sociales. En la actualidad debido a la pandemia por Covid 19, se ha recurrido a las Tecnologías de la Información y Comunicación para poder realizar gran

cantidad de actividades, además de abrirse un nuevo mercado digital en donde la publicidad y el marketing han tomado la posta.

Porcentajes de consumo de productos panificables

Por medio de la revisión bibliográfica, se ha llegado a comprender cuales son los países y regiones que más productos panificables consumen. Además, de cuales de estas regiones manipulan, alteran o introducen variedades de harinas a sus productos alimentarios.

Gustos y características organolépticas

Para este apartado de la investigación se tomó en cuenta el *Focus Group* para así plantear estrategias que permitan posicionar en el mercado quiteño y ecuatoriano a la harina de bagazo de cerveza, juntamente con los productos de panadería y pastelería que se desprenden de ellos. Asimismo, la revisión bibliográfica plantará las bases para que entidades públicas, privadas, personas naturales y jurídicas puedan comenzar con la comercialización de la harina en los distintos mercados.

Comercialización digital de los productos

Enfocarse en elementos como la imagen corporativa, el eslogan, el posicionamiento de marca y sobre todo el beneficio nutricional de la harina de bagazo, se encuentran presentes en un plan de marketing que servirá como guía para que se pueda comercializar este producto. Es importante destacar que se deben fomentar las relaciones estratégicas con las principales empresas cerveceras del país para obtener la materia prima que será procesada.

RESULTADOS

En la siguiente fase de la investigación, se obtuvieron los siguientes resultados:

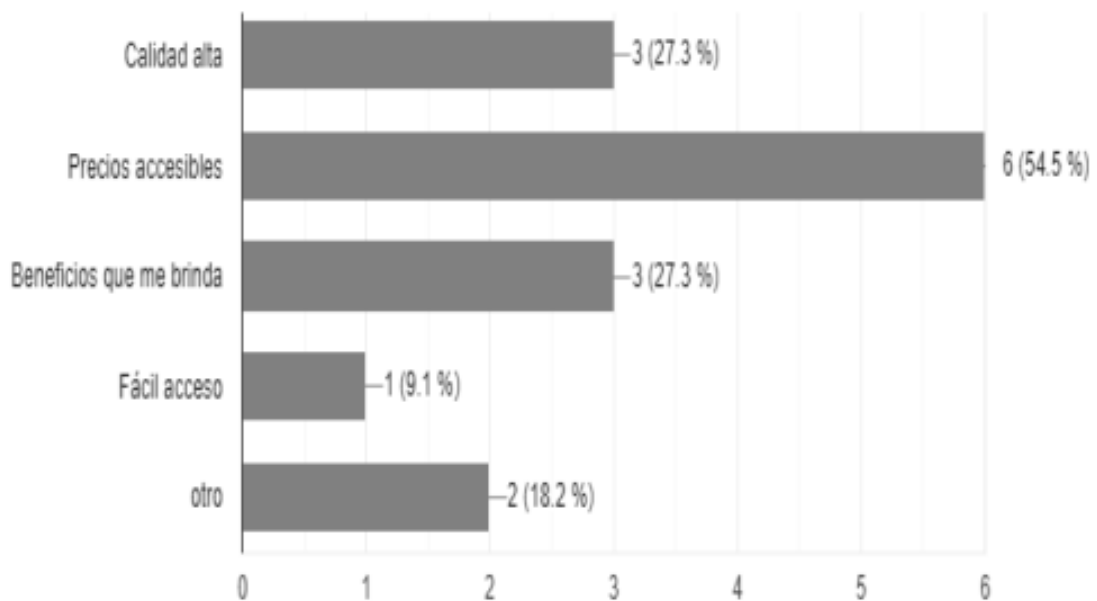
El resultado es el análisis comparativo de los canales de comercialización tradicionales y digitales, aplicadas al expendio de harina de bagazo de cerveza en la ciudad de Quito.

- Comparación regional de consumo de productos panificables y obtención de molienda de harina de bagazo de cerveza.
- Gustos y características organolépticas de productos elaborados con harina de bagazo cervecero.
- Costos bajos de producción y fácil acceso a registros localmente.

1. Comparación regional de consumo de productos panificables y obtención de molienda. Se propone introducir el producto comercio con los siguientes parámetros:

- Las regiones frías consumen más pan y productos panificables que otras regiones. Chile y Europa, es uno de los países que registra el mayor consumo de productos panificables de la región, se da por sus largos inviernos. En el Ecuador, es en la sierra andina donde más consumo de bollería se registra.
- Los proyectos de elaboración de panes a base de harina de bagazo cervecero, debe tener en cuenta la capacidad de interpretar las recetas y dar soluciones a las características del pan que estén buscando, así mismo, la calidad de la harina de cerveza (fina, gruesa, etc.), debe proyectarse al mercado objetivo.
- Planificar y desarrollar un plan de comercialización del producto, así como, estandarizar la mayor parte de los procesos de cualquier industria, nos ayuda a tomar decisiones conforme a los objetivos establecidos y a la demanda solicitada, para impulsarla.
- Obtener registros sanitarios y legalizar todo el proceso facilitará la comercialización del producto.

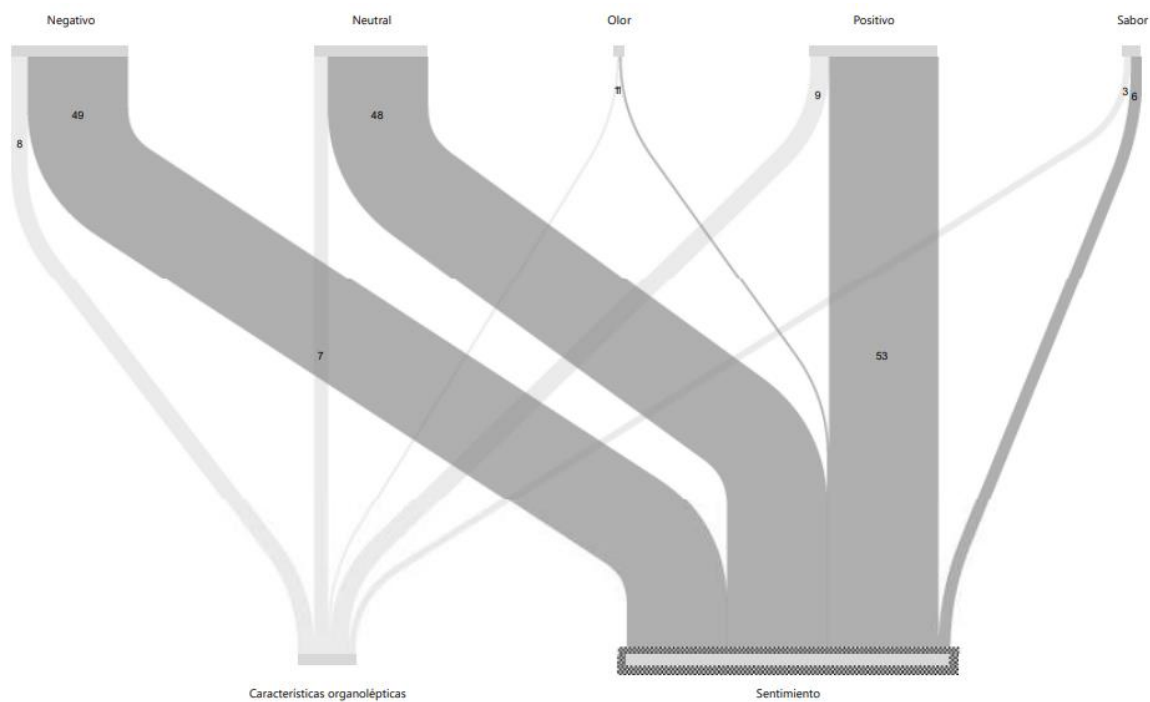
Figura 1. Tabla de preferencia



Fuente. Pérez, Chacón, Hernández, Sánchez, 2022.

2. Gustos y características organolépticas de productos elaborados con harina de bagazo cervecero en distintas proporciones. La figura 1., es un Diagrama de Sinkey, que describe lo que los participantes del Grupo Focal y el diario del docente realizó durante las pruebas de panificación.

Figura 2. Diagrama de Sinkey, Características organolépticas y sentimientos



Fuente: Pérez, Sánchez, Hernández, Chacón, 2022.

3. Obtener registros sanitarios y legalizar todo el proceso facilitará la comercialización del producto. Al ser subproducto, el bagazo de cerveza puede otorgar harinas a precios relativamente bajos.

DISCUSIÓN

Comenzando con la investigación se trabajó con un grupo de personas en edades entre 14 y 45, las cuales manifestaron tener plena disposición para participar en el estudio, este rango de edades se relaciona con los porcentajes de consumo de productos de panificación a nivel mundial como lo expresa ALFA Group.

Su consumo se extiende a todas las naciones del mundo, siendo Rusia quien lidera el ranking con cifras que alcanzan los 130 kg. per cápita, seguido por Chile, en donde el consumo asciende a 90 kg. per cápita, siendo esta masividad la que le otorga un rol fundamental en la nutrición de gran parte de la población, principalmente por ser fuente de carbohidratos, fibras, proteínas, o por su rol como vehículo para muchas vitaminas y minerales (Pantoja, 2020).

En el Ecuador los productos de panificación se han convertido en la base para la alimentación de las personas ya sea por su precio o por su valor nutricional, en distintas partes del mundo el

consumo de pan es considerable rescatando el caso de Rusia y Chile. Por esta razón se optó por la elaboración de pan para la investigación, además de la realización de galletas para ejemplificar la variabilidad que tiene la harina de bagazo de cerveza.

El proceso de creación de la harina de bagazo de cerveza comienza con la elección del bagazo que mejor se adapte a la preparación que se la vaya a realizar, se tiene tres tipos distintos de bagazo determinado por la cerveza ya sea roja, rubia o negra. Es menester dar a conocer al consumidor lo que es exactamente el bagazo.

El bagazo es el nombre con el que se conoce a la cascarilla que se desprende tras el proceso de cocción y filtrado de la malta. En este caso, el mosto se utiliza como materia prima para la elaboración de la cerveza mientras que los restos de la malta dan lugar a una pasta húmeda que, tras un proceso de secado, se convierte en un componente con un elevado contenido proteico y de fibra que se destina a la alimentación animal. (Compañía Cervecera de Canarias S.A., 2018, pág. 7)

La importancia en la aclaración en el concepto de bagazo, ayuda a los consumidores a comprender el origen de los productos que están consumiendo. En la actualidad el mundo está sumido en un ambiente capitalista en el cual los transgénico y los productos dañinos para la salud proliferan en el mercado y al explicar a los consumidores el origen de la harina que están consumiendo le da un plus al posicionamiento de la marca y del producto.

En el proceso de elaboración de la harina se utilizan métodos similares de molienda que otros cereales, aunque si se desea un refinamiento más exhaustivo se puede utilizar maquinarias especializadas para mejorar la calidad del producto. En primera instancia la harina pasa por un proceso de selección y pesado del bagazo de cerveza, llegado directamente del lugar donde se procesó. Posteriormente se inicia un proceso de prensado con maquinarias especializadas para poder reducir en un 60-65% la humedad para así disminuir el tiempo de secado en el horno deshidratador.

Los participantes procedieron a probar los productos de harina de bagazo para dar sus comentarios sobre el sabor, olor y textura, brindando resultados positivos. Por ejemplo, se concluyó que: “al momento de realizar la experimentación con el bagazo de cerveza roja, se pudo observar la gran cantidad de fábricas dedicadas a la elaboración de cerveza artesanal siendo esto muy amplio en el mercado nacional” (Perez, Chacon, & Sanchez, 2022, pág. 45). El pilar fundamental para la elaboración de la harina es obtener la materia prima y en este caso

se evidenció que existe buenas fuentes de materia prima que según la necesidad podrán negociar la venta de este producto.

Uno de los problemas que se presentó al momento de elaborar productos de panificación con la cerveza roja fueron los largos periodos de deshidratación para poderlos convertirlos en harina. Esto debido a su porcentaje de agua que ronda del 40% al 45%, a pesar de recurrir a los procesos de elaboración de la harina que se describieron con anterioridad. Empero el resultado obtenido luego de su procesamiento fue excelente especialmente en el pan de bagazo y las galletas (Perez, Chacon, & Sanchez, 2022).

La importancia de esta investigación radica en que se tiene una perspectiva distinta en cuanto a los productos de harina de bagazo de cerveza, diferenciando el bagazo rojo, rubio o negro, porque cada una de estas materias primas necesitan procesos distintos para convertirlos en harina. Esto ha logrado plantar las bases para comenzar con estrategias de comercialización de la harina de bagazo, ya que de la muestra tomada la mayor parte de los encuestados tuvieron respuestas positivas.

Las redes sociales son el medio más utilizado para promocionar productos en los años 2021 y 2022, debido a la emergencia sanitaria producto del virus del Covid-19. Para Scott Porter, escritor de Twitter empresas.

Con la pandemia de la COVID-19, el marketing en redes sociales se posicionó justo en el centro de la estrategia de comunicación de las empresas, ya que rápidamente se convirtió en una de las maneras más efectivas de hacer marketing durante una crisis (Mancheno Saá, 2022).

Bajo ese contexto el tener conocimiento sobre los beneficios que tiene las Tecnologías de la Información y Comunicación, no solo para la educación, sino para la vida en general, marca un precedente en la adaptabilidad del ser humano. Para las empresas las redes sociales son una fuente fundamental de captación de nuevos potenciales clientes.

Pero, en un mundo globalizado como el actual, entender el concepto de redes sociales es importante al momento de realizar una correcta campaña de marketing. Las redes sociales son consideradas como cualquier instrumento digital utilizados por un operario en este caso un ser humano, el cual está en la capacidad de crear y compartir contenido de una manera rápida y veloz con la comunidad o público en general. Dentro de las redes sociales se puede encontrar a un sinnúmero de websites y aplicaciones. Es responsabilidad de cada usuario aprovechar de la manera que vea conveniente los beneficios de las redes sociales.

En el caso del focus Group estudiado, en la segunda etapa aplicada se cuestionó cuáles son las redes sociales en las que se comercializarían de mejor manera la harina de bagazo y todos sus subproductos. El encontrar la estrategia adecuada para cada producto o red social debe venir sumada a un estudio de mercado, entendiendo a las estrategias como “las acciones que se deben realizar para llegar a unos objetivos comerciales en la operación empresarial que se ha planteado” El objetivo a conseguir debe ser la difusión de los productos para de esta manera llegar a un público más amplio.

Lastimosamente en el Ecuador las comercializaciones de productos por medios digitales han tenido un declive, a pesar de que en los últimos años se ha priorizado la virtualidad ante la presencialidad. Principalmente los problemas en la comercialización de los productos son derivaciones de la mala administración de los propietarios de un negocio o establecimiento que ofrece un producto.

En los últimos años las comercializadoras de productos de consumo masivo han atravesado una de las crisis de mayor trascendencia en el Ecuador, debido a la mala gestión gerencial, falta de liderazgo e inoperancia, dentro de los ejes motores de este sector, además los constantes cambios gubernamentales mediante regulaciones, han obligado a este sector a mejorar el sistema, a través de estrategias de comercialización, para así lograr el desarrollo social, económico de nuestro país. (Gonzales, 2011, pág. 1)

Es por esa razón que el plantear un correcto plan de marketing para el posicionamiento de un producto en el mercado es de suma importancia. Más adelante las empresas deben enfocar sus esfuerzos en la creación de una marca que sea conocida no solo en la ciudad de Quito sino en todo el país. Hablando específicamente de la harina de bagazo de cerveza el problema de la comercialización es aún más grande ya que no se tiene un conocimiento generalizado que es la harina de bagazo.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos por medio de la recolección de la información presentada en este artículo de investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- La creación de harina de bagazo de cerveza es una opción altamente rentable, por el bajo costo del bagazo de cerveza. Es importante destacar que el bagazo es tratado como desecho por las grandes empresas cerveceras del país, pero se ha demostrado que su valor nutricional es sumamente alto. La implementación de productos basados en la

harina de bagazo en la dieta regular de las quiteñas y los quiteños debe ser estudiada para su completa comprensión.

- La gran aceptación de los productos de panadería y pastelería preparados con harina de bagazo de cerveza rubia, negra y roja, refleja el potencial que tiene este producto innovador en el país, ya que en otras partes del mundo ya se lo está tomando como materia prima para solucionar problemas de alimentación. Asimismo, la opinión positiva de los participantes del estudio es muestra de la calidad que este producto tiene al momento de transformarla en productos alimenticios.
- La poca publicidad que se le da a los productos basados en harina de bagazo se han convertido en el principal impedimento para que se comercialice a gran escala la harina. Hablando netamente de la ciudad de Quito, la harina de bagazo de cerveza es utilizada únicamente en sitios especializados en realizar productos de panadería y pastelería especializado, pero no son presentados como un producto común sino como un producto seleccionado y por ende especial.
- La utilización de redes sociales en especial de TikTok, Facebook y YouTube para el marketing de harina es una opción muy interesante ya que el mundo al enfrentar una pandemia se ve obligada a pasar gran cantidad de su tiempo frente a un computador, laptop o teléfono celular, aumentando la visibilidad que tiene el producto.
- La comercialización de la harina de bagazo debe ser estudiada a profundidad, fortaleciendo factores como la marca, identidad del producto, slogan y otros elementos que permitan posicionar en el mercado al producto. También pensando a futuro y utilizando la tecnología se puede implementar servicios de entregas a domicilio como Uber Eats, Rappi, Pedidos Ya, entre otros.

Trabajos Futuros

Uno de los objetivos del artículo científico es brindar a posibles empresarios e industriales la información necesaria sobre un producto nuevo en el mercado quiteño, por lo que se recomienda que:

- Se recomienda que, los profesionales de la salud, entiéndase nutricionistas, gastroenterólogos y médicos en general, incluyan en las dietas de sus pacientes productos basados en harina de bagazo de cerveza. Por ende, es importante difundir la información nutricional de este producto y de los subproductos que salgan del mismo.

- Se recomienda al Estado ecuatoriano investigar con mayor profundidad las ventajas que tiene en el consumidor la comercialización de harina de bagazo, ya que la aceptación de los productos de panificación y galletería tuvieron buenos resultados a la hora de recopilar información para este estudio.
- Se pide a Chefs, pasteleros y panaderos de la ciudad de Quito, incluir en el stock de sus establecimientos productos basados en harina de bagazo, para que se pueda dar una mayor difusión de este producto. También es importante que elaboren productos que sean accesibles para la ciudadanía en general.
- Se confía a creadores de contenido en plataformas digitales, abordar dentro de sus publicaciones regulares los beneficios que tiene la harina de bagazo, no solo a las personas sino también al medio ambiente. El reciclaje de desperdicios y su posterior reutilización será beneficiosa para el planeta. De la misma manera al público en general se sugiere optar por las opciones de publicidad presentes en redes sociales para posicionar sus productos.
- Se recomienda a publicistas, expertos en marketing y administradores, buscar la mejor opción por medio de la creación de planes de negocios para la elaboración, comercialización y distribución de harina de bagazo, además de sus subproductos ya procesados. Igualmente es importante destacar el papel de los nuevos servicios de distribución de alimentos que proliferan en la ciudad de Quito y pueden ser usados para la comercialización a pequeña escala de harina.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Universitario Rumiñahui (ISU-ISTER).

REFERENCIAS

- ALFA Group. (03 de mayo de 2021). El Pan: un alimento milenario. Obtenido de <https://alfagroup.cl>: <https://alfagroup.cl/el-pan-un-alimento-milenario/>
- Beetrack. (12 de septiembre de 2019). Estrategias de comercialización: tipos y ejemplos. Obtenido de <https://www.beetrack.com>: <https://www.beetrack.com/es/blog/estrategias-de-comercializacion>
- cervezartesana.es. (4 de mayo de 2021). Cómo reciclar el bagazo y convertirlo en... ¡Pan! Obtenido de <https://cervezartesana.es>: <https://cervezartesana.es/blog/post/como-reciclar-el-bagazo-y-convertirlo-en-pan.html>
- Compañía Cervecera de Canarias S.A. (04 de junio de 2018). La búsqueda de nuevos usos del bagazo cervecero. Obtenido de <https://ccc.es/la-busqueda-de-nuevos-usos-del-bagazo-cervecero/>: <https://ccc.es/la-busqueda-de-nuevos-usos-del-bagazo-cervecero/>

- García, G. (02 de junio de 2020). Redes sociales impulsan la decisión de compra. Obtenido de <https://thefoodtech.com>: <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/redes-sociales-impulsan-la-decision-de-compra/>
- Gonzales, K. (2011). Tesis ingeniería. Estrategias de Comercialización y su incidencia en las ventas de la empresa “Reyventas” sucursal Ambato. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato.
- Pantoja, R. (2020). tesis. Determinación del mejor tratamiento de la mezcla de harina de bagazo de cebada de malta con harina de trigo para la aplicación en producto panificados. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Pérez, G. (02 de marzo de 2021). Redes Sociales, ¿qué son? Obtenido de <https://resources.esmartia.com>: <https://resources.esmartia.com/blog/redes-sociales-que-son>
- Porter, S. (26 de junio de 2021). Estrategias de marketing en redes sociales para la nueva normalidad post-COVID . Obtenido de <https://business.twitter.com>: <https://business.twitter.com/es/blog/social-media-marketing-strategies-for-post-covid-new-normal.html>
- Rivas, M., Herrera, R., Santos, R., & Herrera, A. (2017). Bagazo húmedo de cervecería como sustituto de cereales en la suplementación de ovinos. *Abanico Veterinario*, 7(3). <https://doi.org/10.21929/abavet2017.73.2>
- Sanchez, J. (2015, julio). SUSTITUTOS DEL TRIGO EN LA ELABORACIÓN DEL PAN. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55568/JORGE%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20diferentes%20sustitutos%20de%20trigo%20en%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20pan..pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Martinez, J. (2020). Producción de Harina de Bagazo a partir de un residuo de la industria cervecera. Universidad Nacional de Cordova. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/17114/Producci%C3%B3n%20de%20Harina%20de%20bagazo%20a%20partir%20de%20un%20residuo%20de%20la%20industria%20cervecera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz, E. (2016). Evaluación de la adición del bagazo de cerveza en la alimentación de cuyes (*cavia porcellus*) desde el destete al engorde en la provincia de Pichincha, cantón Mejía parroquia Tambillo. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Villagra, S., Claps, L., Tiltonel, P., & Ferrari, J. (2017). Reutilización de bagazo de cebada cervecera por secado y pelletización como suplemento forrajero. INTA EEA Bariloche.
- Camacho, C., & Grande, C. (2020). Bagazo de malta (BSG): Biorresiduo con potencial aplicación a nivel funcional, material y energético. Colombia: Prospectiva ISSN EN LINEA.
- Arcia, P., Curutchet, A., Cozzano, S., & Rodríguez, S. (2018). Bagazo de cervecería como ingrediente en desarrollo de panificados. Impacto del rotulado en la intención de compra y aceptabilidad. Uruguay: INNOTECH.
- Bárbara Mirabá-Merchán, M. V.-R. (2021). Futuro de la cerveza artesanal en el desarrollo turístico: Motivaciones y Barreras en Pichincha, Ecuador. Quito: Revista científica Dominio de las ciencias.

- Beetrack. (12 de septiembre de 2019). Estrategias de comercialización: tipos y ejemplos. Obtenido de <https://www.beetrack.com>: <https://www.beetrack.com/es/blog/estrategias-de-comercializacion>
- cervezartesana.es. (4 de mayo de 2021). Cómo reciclar el bagazo y convertirlo en... ¡Pan! Obtenido de <https://cervezartesana.es>: <https://cervezartesana.es/blog/post/como-reciclar-el-bagazo-y-convertirlo-en-pan.html>
- Compañía Cervecera de Canarias S.A. (04 de junio de 2018). La búsqueda de nuevos usos del bagazo cervecero. Obtenido de <https://ccc.es/la-busqueda-de-nuevos-usos-del-bagazo-cervecero/>: <https://ccc.es/la-busqueda-de-nuevos-usos-del-bagazo-cervecero/>
- Cruz, J. V. (2018). Buenas perspectivas del mercado global de alimentos y bebidas naturales. Redagricola .
- García, G. (02 de junio de 2020). Redes sociales impulsan la decisión de compra. Obtenido de <https://thefoodtech.com>: <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/redes-sociales-impulsan-la-decision-de-compra/>
- Gonzales, K. (2011). Tesis ingeniería. Estrategias de Comercialización y su incidencia en las ventas de la empresa “Reyventas” sucursal Ambato. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato.
- J., M. (2014). De residuo a recurso . Barcelona : Mundi-Prensa.
- Javier, M. (2020). Producción de harina de bagazo a partir de un residuo de la industria cervecera . Quito: Universidad Nacional de Cordova .
- Mancheno Saá, M. J. (2022). Estrategia de marketing digital en la venta al por menor en comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos y bebidas de la zona 3. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Pantoja, R. (2020). tesis. Determinación del mejor tratamiento de la mezcla de harina de bagazo de cebada de malta con harina de trigo para la aplicación en productos panificados. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Pérez, G. (02 de marzo de 2021). Redes Sociales, ¿qué son? Obtenido de <https://resources.esmartia.com>: <https://resources.esmartia.com/blog/redes-sociales-que-son>
- Perez, R., Chacon, M., & Sanchez, R. (2022). Artículo de revisión. Obtención de harina de bagazo para uso alimenticio. Tecnológico Universitario Rumiñahui, Sangolquí.
- Perez, S. (2021). Industria cervecera artesanal en Quito y la transformación de bagazo de la cerveza en harina. Quito: Tecnológico Universitario Rumiñahui.
- Pinto Mosquera, N. S. (2020). Determinación del mejor tratamiento de la mezcla de harina de bagazo de cebada de malta con harina de trigo para la aplicación en productos panificados. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Porter, S. (26 de junio de 2021). Estrategias de marketing en redes sociales para la nueva normalidad post-COVID . Obtenido de <https://business.twitter.com>: <https://business.twitter.com/es/blog/social-media-marketing-strategies-for-post-covid-new-normal.html>
- Piza Burgos, Narcisa Dolores, Amaquema Márquez, Francisco Alejandro, & Beltrán Baquerizo, Gina Esmeralda. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. Conrado, 15(70), 455-459. Epub 02 de diciembre de

2019. Recuperado en 08 de julio de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199086442019000500455&lng=es&tlng=pt.

Incidencia de los efectos ambientales en el comportamiento del motor de combustión interna en compresión y caudal de aire

Incidence of environmental effects on the behavior of the internal combustion engine in compression and air flow

Manuel Rodrigo Passo Guamangate¹, Lorena Maribel Camacho Játiva², Joan Alfredo Arguello Tarira³, María Belén Villamar Rodríguez⁴, Hernán Darío Herrera Contreras⁵

36

¹ Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, manuelpasso@itscv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, lorenacamacho@itscv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

³ Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, joanarguelotarira@istcv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

⁴ Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, mariavillamarrodriguez@itscv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

⁵ Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, hernanherrera@itscv.edu.ec, Quevedo, Ecuador

Autor para correspondencia: manuelpasso@itscv.edu.ec

Fecha de recepción: septiembre 2023

Fecha de aceptación: diciembre 2023

RESUMEN

A medida que la gente utiliza cada vez más vehículos de motor en diferentes condiciones ambientales, es necesario estudiar el rendimiento del motor en estas condiciones, lo que se realiza utilizando un osciloscopio para determinar el comportamiento de cada punto en el diagrama de forma de onda para pruebas reales. en el exterior a menos de 2500 metros sobre el nivel del mar. El vehículo fue probado en condiciones ambientales estándar, desde el nivel del mar hasta 300 m hasta 2500 m sobre el nivel del mar. Con base en estas pruebas se determinó que la altitud tiene un efecto directo en su desempeño, ya que el valor de compresión disminuye gradualmente a medida que aumenta la altitud, concluyendo que la presión del cilindro cae un 5%. La temperatura también juega un papel importante en sus efectos. en la entrada de agua. La correlación porcentual entre caudal y caudal es de 1°C por cada 154 metros de elevación. De manera similar, se midió el flujo de aire en cada punto de prueba utilizando un escáner incorporado en el automóvil para determinar el efecto de los cambios combinados de presión y temperatura en el rendimiento del motor. Se encontró que la presión de admisión tuvo un efecto significativo y el rendimiento del motor se vio afectado. No funcionar correctamente en condiciones saturadas o pobres debido a fluctuaciones de presión en el colector de admisión.

Palabras clave: Diagnóstico, Investigación, Motores, Presión, Temperatura.

ABSTRACT

As more and more people use motor vehicles in different environmental conditions, it is necessary to study the performance of the engine under these conditions, which is done by using an oscilloscope to determine the behavior of each point on the waveform diagram to real tests outdoors at less than 2500 meters above sea level. The vehicle was tested under standard environmental conditions, from sea level up to 300 m to 2500 m above sea level. Based on these tests, it was determined that altitude has a direct effect on its performance, since the compression value gradually decreases as the altitude increases, concluding that the cylinder pressure drops by 5%. Temperature also plays an important role in its effects. at the water inlet. The percentage correlation between flow and flow is 1°C for every 154 meters of elevation. Similarly, airflow at each test point was measured using a scanner built into the car to determine the effect of combined pressure and temperature changes on engine performance. It was found that intake pressure had a significant effect and engine performance was affected. Not operating properly in saturated or lean conditions due to pressure fluctuations in the intake manifold.

Key words: Diagnosis, Research, Engines, Pressure, Temperature.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación mostrará el efecto de la altitud en el desempeño de motores de combustión interna sin sistemas correctivos, en función de la presión en el ambiente. Ya que de acuerdo a las pruebas realizadas se determinó que a medida que la altura aumenta la presión, temperatura e ingreso del caudal de aire disminuye por ende afectando la eficiencia mecánica del motor de combustión interna. La altitud sobre el nivel del mar tiene un efecto notable sobre la densidad del aire y su composición (Lapuerta, Armas, Agudelo, & Sánchez, 2006). Dado que los motores de combustión interna tienen sistemas de combustible de base volumétrica, la altitud puede modificar su ciclo termodinámico de operación y, en consecuencia, su rendimiento, las condiciones locales de combustión y la formación de contaminantes. Se planteó y presentó una expresión matemática que permite calcular el incremento o decremento de la presión, temperatura y caudal de aire necesario para evitar pérdidas de potencia con el aumento de altitud (Lapuerta et al., 2006; Leach, Kalghatgi, Stone, & Miles, 2020).

El comportamiento de la compresión es necesario estudiar para el control de producir emisiones más bajas conservando una eficiencia térmica alta en los motores. Por esta razón se realizó estudios sobre estos parámetro mencionados para los motores de combustión interna encendidos por chispa que representan una gran proporción y ligeras mejoras en su eficiencia que dan a lugar a grandes impactos en términos ambientales y económicos (Ağbulut & Bakir, 2019; Andara, 2019). Para lograr este objetivo, buscamos comprender la física ambiental involucrada en la combustión a través de diversos experimentos y seteos numéricos. Siendo esta herramienta la que nos llevará a la investigación de datos en actual momento aprovechando

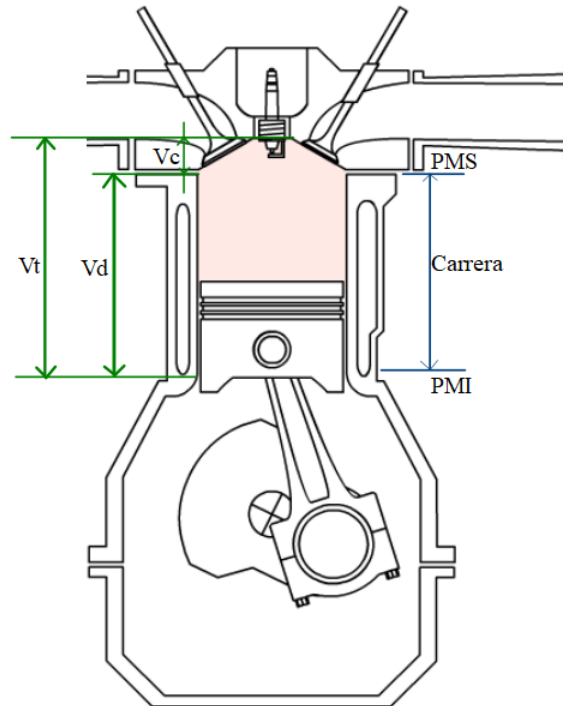
la ventaja de softwares para el análisis de datos. No obstante, el acople de las ecuaciones para la modelación estadístico que son requeridos para realizar las simulaciones numéricas correspondientes a los parámetros de presión, temperatura, caudal de aire y altura (Erazo Félix, 2021).

Es incuestionablemente cierto que, al igual que todos los demás tipos de MCI, el MCI se ve afectado hasta cierto punto por los cambios en las condiciones atmosféricas. En el caso del motor de gasolina, donde el suministro de combustible está gobernado por el flujo másico de aire, cualquier cambio en el flujo de aire, sin importar cómo se produzca, resultará automáticamente en un cambio en el flujo de combustible y, en estas condiciones, en un cambio en la densidad atmosférica. tendrá una influencia más o menos directa sobre la fuerza desarrollado (Boloy, Silveira, Tuna, Coronado, & Antunes, 2011).

La presente investigación está alineada al estudio parcial del motor en sistemas de inyección y carburación para la observancia del comportamiento del motor en sus partes mecánicas, donde el pistón recorre hacia el PMS y PMI en un cilindro y transmite potencia a través de una biela y un mecanismo de manivela al eje impulsor, como se muestra en la figura 1. El giro constante de la manivela produce un movimiento de pistón cíclico. El pistón se detiene en la posición del cigüeñal al PMS y posición del cigüeñal al PMI cuando el volumen del cilindro es mínimo o máximo, respectivamente. El volumen mínimo del cilindro se denomina volumen de cámara “ V_c ”. El volumen barrido por el pistón, la diferencia entre el volumen máximo o total “ V_t ”, y el volumen libre, se denomina volumen desplazado “ V_d ”. La relación entre el volumen del cilindro y el volumen de la cámara de combustión es la relación de compresión “ ϵ ”. Los valores típicos de “ ϵ ” es de 10:1 para este motore de encendido por chispa del presente vehículo (Pulkrabek, 2004; Stone, 1999).

La mezcla de aire y combustible antes de la combustión y los productos de combustión después de la combustión son los caudales operativos reales. La transferencia de trabajo para proporcionar la potencia requerida se produce directamente entre estos flujos de trabajo y los componentes mecánicos del motor. El funcionamiento u operación de los motores de combustión interna es objeto de investigación sobre motores de encendido por chispa y altas relaciones potencia-peso, dos tipos de motores que encuentran un uso generalizado en el transporte y la generación de energía. De hecho, la combustión se produce dentro del grupo 3/4, centrándose en el efecto de los cambios de altitud en la presión del aire sobre su comportamiento. (Elgamel, 1999).

Figura 15. Geometría básica del motor de combustión interna alternativo. V_c , V_d y V_t , indican los volúmenes de cámara de combustión, desplazados y totales de los cilindros.



Nomenclaturas:

- PMS: Punto muerto superior
- PMI: Punto muerto inferior
- V_c : Volumen de la cámara
- V_d : Volumen desplazado
- V_t : Volumen total del cilindro
- MCI: Motor de combustión interna

La caída de la presión y la temperatura atmosférica tiene un efecto directo a la densidad del aire y su composición química, y, en efecto, al comportamiento de toda máquina de combustión. Este problema es más acentuado en máquinas térmicas de desplazamiento volumétrico como los motores de combustión interna, y dentro de ellos, aún más en los de aspiración natural (Lapuerta et al., 2006).

La investigación de los efectos ambientales como la presión y temperatura, que complementa los esfuerzos anteriores en inyección de combustible y presión reducida en la cámara, producirá resultados más consistentes con operaciones en altitud que los que puede proporcionar el control de presión por sí solo. Además, una capacidad de control de temperatura permitiría estudiar los efectos del enfriamiento y el arranque de motores en altitud, que son problemas particularmente relevantes para los motores de combustible pesado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Método experimental

Las pruebas se realizaron con el vehículo a 60 m hasta los 2500 m sobre el nivel del mar con intervalos de pruebas cada 300 msnm. En la ciudad de Quevedo “60 msnm” se realizará tres pruebas, las pruebas se realizaron a temperatura normal de funcionamiento. A lo largo de la ruta programada, se realizó varias pruebas, todas estas pruebas están predeterminadas realizar en temperatura normal de funcionamiento, todas a lo largo de un mismo día. En cada prueba los parámetros medidos comenzaron a ser registrados cuando el vehículo alcance una escala de 300 msnm hasta los 2500 msnm hasta la parroquia de Apagua, para disminuir la influencia de la acción del viento. Cada serie de diez pruebas tardará unas tres horas en concluirse (Biernat, Samson-Bręk, Chłopek, Owczuk, & Matuszewska, 2021).

En la investigación se utilizará un diseño experimental para enfocar el comportamiento del motor de combustión y ejecutar una orden para luego connotar los resultados. También se menciona que se realizarán pruebas mecánicas de eficiencia a diferentes alturas y presiones barométricas para ver la reacción resultante en los vehículos. La esencia de esta concepción de experimento es la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados (Doorman, 1991; Fernández & García, 2017; Hernández-Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2018).

Para esta investigación se usó herramientas de diagnóstico electrónico, mecánicas y vehículos como:

- Vehículo a carburador
- Vehículo a inyección electrónica
- Compresómetros
- Transductor de presión
- Acoples
- Scanner
- Osciloscopio

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se aprecia los resultados obtenidos en la cual se observará el detalle de cambios en los valores de compresión.

Para dar continuación al criterio de incidencia de alturas y temperaturas se arma el siguiente cuadro de comparación entre lo mencionado:

Tabla 6. Datos comparativos relacionados a la presión barométrica vs la temperatura ambiente

Altitud snm m	Presión PSI	Temperatura °C
0	14,69	30,00
300	13,84	28,05
600	13,02	26,10
900	12,26	24,16
1200	11,53	22,21
1500	10,82	20,26
1800	10,17	18,31
2100	9,53	16,36
2400	8,93	14,42
2700	8,37	12,47
3000	7,83	10,52

De acuerdo con la investigación la condición climática, se ha determinado usar la temperatura ambiental inicial de 30°C, el cual irá disminuyendo un valor de 1°C por cada 154 m de altura, por lo que para el inicio de pruebas seteadas para la ciudad de Quevedo que se encuentra a 60 msnm es de 29,61 °C mostrada en la tabla 1, mostrando la temperatura a 0 msnm con el valor de 30 °C, ya que este valor será determinante para verificar el proceso de cambio de presiones en el cilindro del vehículo.

Una vez comentado los valores iniciales investigados se da paso al siguiente proceso de medición de pulsos de compresión y lecturas por manómetros.

En la siguiente gráfica se observa el valor medido por medio de un compresómetro:

Figura 16: Lectura en el compresómetro de 132 psi a 300 msnm



La lectura dada por el compresómetro es de 132 psi aproximadamente a una altura de 300 msnm y que de igual manera se corrobora por medio del uso del transductor con un valor de 140 psi promedio mostrado en la figura 3.

Figura 17. Lectura de una presión en función de la conversión voltaica promedio en 140 psi a 300 msnm



Análisis estadístico de compresión en el motor según variación de altura y temperatura

Tabla 7. Datos experimentales obtenidos para el análisis estadístico

Altura msnm m	Compresión PSI
300	132
820	120
1040	115
1275	110
1516	115
1756	85

Modelo de regresión simple - Compresión vs. Altura

Selección de variable dependiente: Compresión

Selección de variable independiente: Altura

Ecuación propuesta: $Y = \exp(a + b \cdot \sqrt{X})$

Tabla 8. Cuadro de coeficientes de variables experimentales

	Mínimos Cuadrados	Estándar	Estadístico	
Parámetro	Estimado	Error	T	Valor-P
Intercepto	5,15916	0,166147	31,0518	0,0000
Pendiente	-0,0136154	0,0049694	-2,73986	0,0519

NOTA: intercepto = $\ln(a)$

Tabla 9. Análisis de varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0,0714745	1	0,0714745	7,51	0,0519
Residuo	0,0380851	4	0,00952127		
Total (Corr.)	0,10956	5			

- Coeficiente de correlación = -0,807701
- R estadístico cuadrado = 65,238%
- R estadístico cuadrado (ajustado para grados de libertad) = 56,5475%
- Error estándar del análisis de datos = 0,097577
- Estadístico del error absoluto medio = 0,0621606
- Estadístico Durbin-Watson = 2,09766 (P=0,3143)

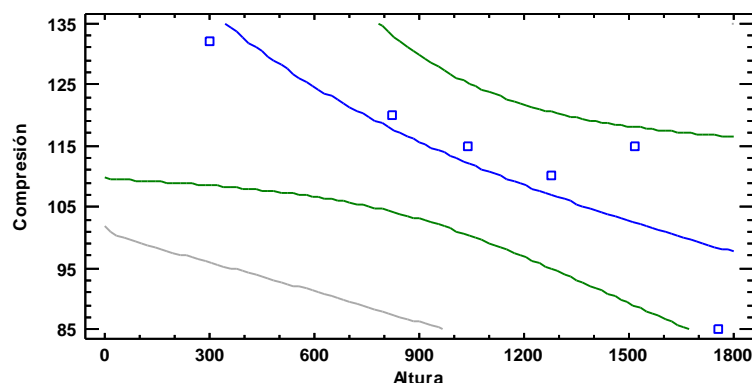
A continuación, presenta los resultados de un modelo logarítmico-Y de raíz cuadrada-X que se utilizó para analizar la relación entre la compresión y la altura. Se propuso una ecuación para ajustar el modelo que se muestra:

$$\text{Compresión} = e^{5,15916 - 0,0136154 \cdot \sqrt{\text{Altura}}}$$

El análisis estadístico indica que no hay una relación significativa entre la compresión y la altura en las pruebas de ingreso de aire en un vehículo de inyección, ya que el valor de P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05. Además, el modelo ajustado explica el 65,238% de la variabilidad del tiempo de compresión y hay un grado moderado de correlación entre las variables, como se indica por el coeficiente de correlación de -0,807701. El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,097577.

Figura 18. Gráfica del modelo ajustado

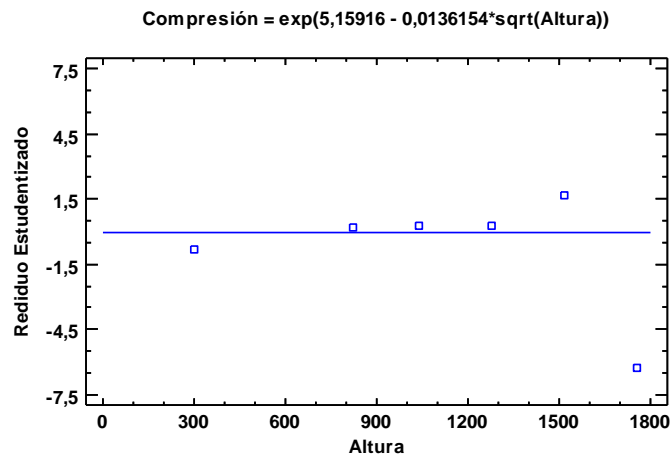
$$\text{Compresión} = \exp(5,15916 - 0,0136154 \cdot \sqrt{\text{Altura}})$$



El estadístico del error absoluto medio (MAE) de 0,0621606 es la media de los residuos de los análisis de datos. La estadística de Durbin-Watson (DW) se utiliza para examinar los residuos

y determinar si existe una correlación significativa según el orden en que aparecen en el archivo de datos del análisis de datos.

Figura 19. Gráfica de residuos de los datos experimentales



Pruebas de ingreso de aire en un vehículo de inyección electrónica con el uso de scanner automotriz

El objetivo de esta prueba es demostrar la variación de ingreso de aire por el múltiple de admisión a la garganta del cuerpo de aceleración, el cual se realizó haciendo uso de un scanner automotriz thinkdiag, las pruebas de igual forma se hicieron en una escala de alturas de 200 metros por lo que se muestran los siguientes resultados.

Pruebas de ingreso de aire a diferentes alturas contrastadas según variación de presiones atmosféricas en el vehículo Chevrolet Suzuki Gran Vitara 5P

Tabla 10. Resumen de parámetros encontrados según datos arrojados por el scanner automotriz thinkdiag

Altura snm m	RPM	Caudal de aire g/s	Temperatura del aire °C
60	894,75	3,13	39
200	842,79	3,13	33
400	858,35	4,3	29
600	770,51	2,71	33
800	790,09	2,74	27
1000	750,18	2,57	32
1500	760,72	2,53	34
1700	734,37	2,32	31
1900	760,72	2,38	39
2100	776,28	2,43	38
2300	736,38	2,35	37
2500	745,36	2,28	35

De acuerdo a resultados encontrados se aprecia como el ingreso de aire a la garganta del cuerpo de aceleración se ve disminuida pronunciadamente razón la cual analizaremos por medio del uso del software statgraphics la varianza estadística y a la vez proponer una función de regresión al que se haga el uso de todas estas variables para hallar el caudal de aire.

Regresión Múltiple - Caudal de aire

Variable dependiente: Caudal de aire (g/s)

Variables independientes:

- Altura (msnm)
- Revoluciones (RPM)
- Temperatura del aire (°C)

Tabla 11. Constantes de varianzas para los parámetros de control seleccionadas

		<i>Error</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Estándar</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	-3,45358	2,55159	-1,3535	0,2129
Altura	0,000143482	0,000225069	0,637502	0,5416
Revoluciones	0,010545	0,00342072	3,08269	0,0151
Temperatura del aire	-0,0667993	0,0299292	-2,23191	0,0561

Tabla 12: Análisis de Varianza para ingreso de caudal de aire

<i>Datos</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G.l.</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	2,81953	3	0,939842	9,92	0,0045
Residuo	0,757965	8	0,0947456		
Total (Corr.)	3,57749	11			

- R-cuadrada = 78,8129 por ciento
- R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 70,8678%
- Error estándar del est. = 0,307808
- Error absoluto medio = 0,197984
- Estadístico Durbin-Watson = 2,24997 (P=0,5022)
- Autocorrelación de residuos en retraso 1 = -0,182138

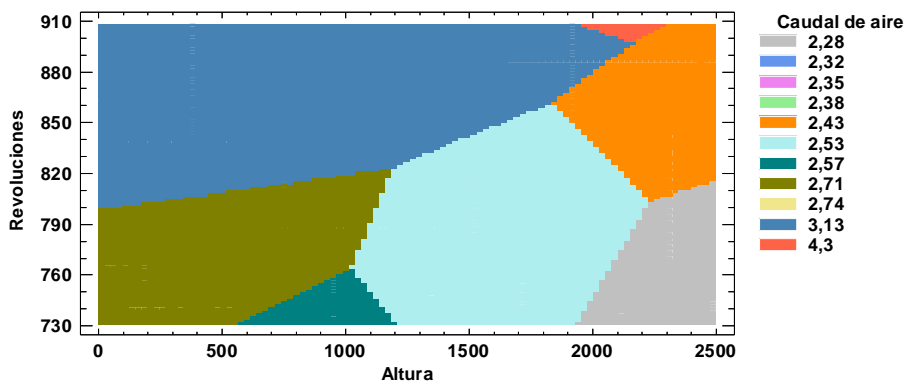
La salida de resultados del análisis estadístico presenta los resultados de un modelo de regresión lineal múltiple que se utilizó para describir la relación entre el caudal de aire y tres variables independientes. Se propuso una ecuación para ajustar el modelo que se muestra a continuación.

$$\text{Caudal de aire} = -3,45358 + 0,000143482 * \text{Altura} + \\ 0,010545 * \text{Revoluciones} - 0,0667993 * \text{Temperatura del aire}$$

El valor-P de uno de los parámetros estadísticos más notables en la tabla ANOVA es menor que 0,05, lo que indica que hay una relación estadísticamente muy significativa entre las variables independientes y dependientes con un nivel de confianza del 95,0% de los análisis de datos. El estadístico R cuadrado muestra que el modelo ajustado explica el 78,8129% de la variación del flujo de aire. El estadístico R cuadrado ajustado es 70,8678%, que es mejor para comparar modelos con diferentes números de variables independientes. El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,307808, lo que se puede utilizar para construir límites para nuevas observaciones.

46

Figura 20. Correlación de concentración de aire según revolución del motor y altura de la zona encontrada en el cual la temperatura por el análisis del modelo estadístico se ajustó en 33.91 °C



CONCLUSIONES

En el funcionamiento normal de los motores de combustión interna se generan ondas de pulso de presión en varios sistemas. Todos los motores producen tales ondas y su forma es predecible. Todos los motores producen un patrón predecible de estos pulsos, por lo que cualquier cambio en la forma o apariencia de asimetría de estos pulsos indica un problema con el motor.

Para visualizar la forma de la señal de salida del sensor de pulso de presión, su parte eléctrica está conectada a un osciloscopio en la cual la pantalla mostrará en tiempo real el trabajo de válvulas, cilindros e inyectores, y mediante la sincronización con el primer cilindro se puede determinar qué cilindros tienen un problema por su rendimiento. Por lo que el técnico de automóviles puede hacer un diagnóstico rápido y preciso del estado real del motor.

El sensor de pulso de presión no necesita fuente de alimentación externa adicional y se puede utilizar con la mayoría de los osciloscopios de almacenamiento digital modernos ya que ayudará

a detectar fallas como válvulas quemadas, inyectores defectuosos y otros problemas de rendimiento sin un desmontaje importante del motor.

Los cambios de parámetros ambientales provocaron cambios tales como el ingreso del caudal de aire y la compresión en el cilindro del vehículo mostrando de esta manera la efectividad de la investigación al relacionar tanto teórico como práctico.

TRABAJOS FUTUROS

Esta investigación se recomienda para futuros trabajos de investigación y para que la comunidad educativa y/o profesional establezca nuevos recursos, tanto teóricos como prácticos.

47

REFERENCIAS

- Ağbulut, Ü., & Bakir, H. (2019). The investigation on economic and ecological impacts of tendency to electric vehicles instead of internal combustion engines. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 25-36. doi:<https://doi.org/10.29130/dubitado.457914>
- Andara, R. (2019). Usabilidad, impactos ambientales y costos de los vehículos de combustión interna y eléctricos. doi:<https://doi.org/10.24197/trim.17.2019.111-125>
- Biernat, K., Samson-Bręk, I., Chłopek, Z., Owczuk, M., & Matuszewska, A. (2021). Assessment of the environmental impact of using methane fuels to supply internal combustion engines. *Energies*, 14(11), 3356. doi:<https://doi.org/10.3390/es14113356>
- Boloy, R. A. M., Silveira, J. L., Tuna, C. E., Coronado, C. R., & Antunes, J. S. (2011). Ecological impacts from syngas burning in internal combustion engine: Technical and economic aspects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), 5194-5201. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.04.009>
- Doorman, F. J. (1991). *La metodología del diagnóstico en el enfoque " Investigación Adaptativa"*: IICA Biblioteca Venezuela.
- Elgamel, H. E. A. (1999). A simple and efficient technique for the simulation of capacitive pressure transducers. *Sensors and Actuators A: Physical*, 77(3), 183-186. doi:[https://doi.org/10.1016/S0924-4247\(98\)00355-0](https://doi.org/10.1016/S0924-4247(98)00355-0)
- Erazo Félix, J. S. (2021). Análisis de la presión interna del cilindro de un MCI utilizado en un vehículo híbrido, mediante un transductor de presión y un osciloscopio automotriz.
- Fernández, M. T., & García, B. M. (2017). La Educación inclusiva intercultural en Latinoamérica. Análisis legislativo. *Revista de Educación Inclusiva*, 9(2-bis).
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4): McGraw-Hill Interamericana México.
- Lapuerta, M., Armas, O., Agudelo, J. R., & Sánchez, C. A. (2006). Estudio del efecto de la altitud sobre el comportamiento de motores de combustión interna. Parte 1: Funcionamiento. *Información tecnológica*, 17(5), 21-30. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642006000500005>

- Lattanzio, R. K., & Clark, C. E. (2020). *Environmental effects of battery electric and internal combustion engine vehicles*. Retrieved from
- Leach, F., Kalghatgi, G., Stone, R., & Miles, P. (2020). The scope for improving the efficiency and environmental impact of internal combustion engines. *Transportation Engineering, 1*, 100005. doi:<https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100005>
- Pulkrabek, W. W. (2004). Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine, 2nd Ed. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, 126*(1), 198-198. doi:<https://doi.org/10.1115/1.1669459>
- Stone, R. (1999). *Introduction to internal combustion engines* (Vol. 3): Springer.

La inteligencia artificial en la educación y sus implicaciones: un mapeo sistemático de la literatura

Artificial Intelligence in Education and Its Implications: A Systematic Literature Mapping

Oscar Darío León Granizo¹, Carlos Gerardo Neil², Cinthya Susana Cedillo Jiménez³

¹ Universidad Abierta Interamericana, Facultad de Tecnología Informática, Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática, oscardario.leongranizo@alumnos.uai.edu.ar, Buenos Aires, Argentina

¹ Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

² Universidad Abierta Interamericana, Facultad de Tecnología Informática, Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática, carlos.neil@uai.edu.ar, Buenos Aires, Argentina

³ Universidad Estatal de Milagro, ccedilloj@unemi.edu.ec, Milagro, Ecuador

Autor para correspondencia: oscardario.leongranizo@alumnos.uai.edu.ar

Fecha de recepción: agosto 2023

Fecha de aceptación: diciembre 2023

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) ha evidenciado su potencial como una herramienta promisoría en el campo de la educación, con repercusiones importantes en la manera en que se educa y se adquiere conocimiento, la inclusión de la IA en educación ha permitido que esta de un impulso en el tema de la recomendación de contenidos educativos haciendo que el aprendizaje sea personalizado y eficiente. Se busca que la inteligencia artificial sea un apoyo significativo al docente, actualmente existen aplicaciones educativas que usan algoritmos de aprendizaje automático para mejorar el aprendizaje. Sin embargo, se busca ir más allá, lograr que los estudiantes puedan recibir una retroalimentación automática y eficiente en la educación en línea. Se utilizaron diferentes fuentes de información, como artículos científicos y revistas especializadas, para recopilar y analizar los datos relevantes. El propósito de esta revisión sistemática es comprender el estado del arte científico relacionado con el tema. Los resultados revelan que la implementación de la IA en la educación ha demostrado ser beneficiosa en varios aspectos, como la evaluación automatizada, la adaptación del proceso de aprendizaje y la optimización de la eficacia en la educación. La IA tiene el potencial de transformar la educación, pero es necesario abordar los desafíos y garantizar una implementación ética y efectiva.

Palabras clave: Inteligencia Artificial en la Educación, Tutores Inteligentes, Educación en línea.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) has demonstrated its potential as a promising tool in the field of education, with significant implications for how education and knowledge acquisition are approached. The inclusion of AI in education has allowed for a boost in educational content recommendation, making learning more personalized and efficient. The goal is for artificial intelligence to serve as a significant support to educators. Currently, there are educational applications that utilize machine learning algorithms to enhance learning. However, the aim is to go further, enabling students to receive automatic and efficient feedback in online education. Various sources of information, such as scientific articles and specialized journals, were used

to gather and analyze relevant data. The purpose of this systematic review is to understand the current state of scientific research related to the topic. The results reveal that the implementation of AI in education has proven beneficial in several aspects, including automated assessment, adaptive learning processes, and the optimization of educational effectiveness. AI has the potential to transform education, but it is essential to address the challenges and ensure ethical and effective implementation.

Key words: Artificial Intelligence in Education, Smart Tutors, Online Education

INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito de la educación en línea, la motivación del estudiante ha sido un tema relevante para considerar. A pesar de los desafíos y cambios que ha traído consigo la educación virtual, se ha observado que la motivación del estudiante se ha mantenido hacia el cumplimiento de metas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la calidad del aprendizaje en entornos virtuales depende del nivel de acceso y eficiencia digital. La interacción y la satisfacción del alumno también varían en comparación con el entorno tradicional del aula (Morales, 2021).

La crisis de la COVID-19 ha tenido un efecto considerable en el ámbito educativo, especialmente en la transición hacia la educación virtual. La necesidad de adoptar la educación virtual surgió como respuesta a la emergencia sanitaria, lo que llevó a la suspensión de las actividades presenciales en muchas instituciones educativas. Este cambio ha presentado dificultades tanto para los profesores como para los alumnos, destacando la relevancia de la capacitación y el dominio de recursos y herramientas digitales. Además, se ha evidenciado la necesidad de construir calidad, igualdad y equidad en la educación virtual, especialmente en tiempos de pandemia (Barrionuevo et al., 2021).

La investigación y desarrollo en el campo de la inteligencia artificial (IA) se ha llevado a cabo desde la mitad del siglo XX. El término "inteligencia artificial" fue acuñado por John McCarthy en 1956, refiriéndose a la capacidad de proporcionar a los dispositivos electrónicos la capacidad de emular el pensamiento y la toma de decisiones humanas (Manrique & Vargas, 2019). Desde entonces, la IA ha evolucionado y se ha convertido en una disciplina que busca simular las capacidades de inteligencia humana en sistemas y máquinas.

En el ámbito educativo, la inteligencia artificial ha suscitado un gran interés debido a su capacidad para revolucionar la manera en que se imparte y se adquiere conocimiento. La sociedad de la información y los avances tecnológicos demandan un cambio en los enfoques tradicionales de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. Los nuevos retos de la sociedad de la información exigen a las instituciones educativas adaptarse y utilizar

herramientas basadas en IA para mejorar la calidad de la educación y personalizar el aprendizaje de los estudiantes (OcañaFernández et al., 2019).

Los progresos en tecnologías informáticas han allanado el camino para la introducción de la inteligencia artificial en la educación, lo que ha posibilitado la creación de aplicaciones de IA en contextos educativos con el fin de simplificar la enseñanza, el aprendizaje y la toma de decisiones. Estas aplicaciones incluyen sistemas de tutoría inteligente, evaluación automatizada, análisis de datos educativos, personalización del aprendizaje y asistentes virtuales, entre otros.

La investigación sobre la inteligencia artificial en el ámbito de la educación ha aumentado en los últimos años, con numerosos estudios que exploran las implicaciones y el impacto de la IA en la enseñanza y el aprendizaje. Estos estudios han abordado temas como la efectividad de los sistemas de tutoría inteligente, la personalización del aprendizaje, la evaluación automatizada y el uso de la IA para mejorar la eficiencia educativa (GonzálezVidegaray & RomeroRuiz, 2022).

No obstante, a pesar de los adelantos y el potencial de la inteligencia artificial en la educación, también se han reconocido desafíos y restricciones. Algunos de estos desafíos incluyen la falta de consenso en la definición y terminología de la educación basada en IA, la necesidad de una formación adecuada para los docentes y la preocupación por la ética y la privacidad en el uso de datos educativos (Castaneda, 2023).

En resumen, el propósito de este estudio es llevar a cabo un mapeo sistemático de la literatura, con el fin de realizar un análisis de los artículos que aborden temas relacionados con la inteligencia artificial en la educación, teniendo en cuenta tanto sus ventajas como sus desafíos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preguntas de investigación

Como primera etapa de este mapeo sistemático se definieron las preguntas (P) de investigación siguientes y sus correspondientes motivaciones (M):

Tabla 1. Preguntas guías del mapeo sistemático de la literatura

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	MOTIVACIÓN
<p>P1. ¿CUÁLES SON LAS APLICACIONES ACTUALES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN Y CÓMO ESTÁN IMPACTANDO EN EL CAMPO EDUCATIVO?</p>	<p>M1. La inteligencia artificial ha demostrado tener un gran potencial para transformar la educación, pero es fundamental comprender cómo se están aplicando actualmente en el campo educativo y qué impacto están teniendo.</p>
<p>P2. ¿CÓMO SE HA UTILIZADO LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN ENTORNOS EDUCATIVOS Y CUÁLES SON SUS IMPLICACIONES?</p>	<p>M2. La inteligencia artificial ha abierto nuevas posibilidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos. Comprender cómo se ha utilizado la inteligencia artificial en este contexto nos permitirá explorar las diferentes estrategias y herramientas que se están implementando.</p>
<p>P3. ¿CUÁLES SON LOS BENEFICIOS Y DESAFÍOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN Y CÓMO ESTÁN AFECTANDO A LOS ESTUDIANTES Y DOCENTES?</p>	<p>M3. La implementación de la inteligencia artificial en la educación ha generado tanto beneficios como desafíos. Identificar y comprender estos aspectos nos permitirá evaluar de manera crítica el impacto de la inteligencia artificial en los estudiantes y docentes.</p>
<p>P4. ¿CÓMO SE PUEDE UTILIZAR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA PERSONALIZAR LA EDUCACIÓN Y ADAPTARLA A LAS NECESIDADES INDIVIDUALES DE LOS ESTUDIANTES, Y CUÁLES SON LAS IMPLICACIONES DE ESTA PERSONALIZACIÓN?</p>	<p>M4. La personalización de la educación es un objetivo deseado en el campo educativo, y la inteligencia artificial ofrece herramientas y técnicas para lograrlo. Indagar en la aplicación de la inteligencia artificial para personalizar la educación según las necesidades individuales de los estudiantes nos brindará un entendimiento de las estrategias de aprendizaje personalizado en uso y su impacto en la experiencia educativa.</p>

Métodos de revisión

Se realizó un estudio utilizando la metodología de Mapeo Sistemático de la Literatura, la cual permite llevar a cabo una búsqueda exhaustiva de información en artículos científicos sobre temas específicos. En primer lugar, se identificó una problemática que se convirtió en el foco de la investigación. Luego, se abordó esta problemática de manera rigurosa, basándose en el estado actual de la literatura, lo que permitió determinar la extensión del campo de investigación y combinar diversos aspectos para responder preguntas de investigación más concretas. Al finalizar la búsqueda, se obtuvieron conclusiones basadas en los resultados obtenidos.

Fuentes

Con el propósito de recopilar todos los artículos requeridos para realizar el mapeo sistemático de la literatura, se emplearon fuentes electrónicas extensivas, que comprenden bases de datos que albergan documentos de distintas áreas de investigación. Por lo tanto, se decidió elegir algunas de las fuentes más reconocidas y con una mayor cantidad de artículos relacionados con la inteligencia artificial en la educación y sus implicaciones. Estas fuentes incluyeron SEDICI, IEEE Xplore Digital Library, ACM Digital Library y Science Direct.

Definición de Términos

Para la obtención de artículos se definió una cadena de búsqueda que permitió la realización de mapeo sistemático de la literatura. Se definió una primera cadena de búsqueda con tres términos principales: Inteligencia Artificial, Educación en línea, Machine Learning, obteniendo de esta manera la cadena de búsqueda uno, CB1: (“Inteligencia Artificial” AND “Educación en Línea” AND “Machine Learning”), con esta cadena de búsqueda se lograron obtener resultados pero no fue lo esperado, por lo que se generó una segunda cadena de búsqueda considerando términos relacionados y en inglés para lograr obtener una mayor cantidad de artículos relacionados con la temática, quedando la CB2: (“Artificial Intelligence” AND “Automata”) AND (“Intelligent Tutors”) AND (“Support for Education”) AND (“Higher Education” AND “University”) AND (“Systematic Literature Mapping”) AND (“Systematic Literature Review”). La cerveza es una de las bebidas fermentadas más conocidas y antiguas de la humanidad.

Estudios incluidos y excluidos

Después de realizar las búsquedas, se procedió a aplicar criterios de inclusión (CI) y exclusión (CE) a todos los artículos encontrados. La tarea consistía en seleccionar aquellos que contenían información relevante para abordar las preguntas planteadas en este estudio, descartando aquellos que no cumplían con los requisitos. Este proceso fue iterativo, aplicando las distintas reglas de selección a cada artículo. Cabe resaltar que, en esta etapa, se conformó un conjunto inicial de artículos relevantes, los cuales fueron sometidos a un análisis detallado en la siguiente sección, mediante la aplicación de filtros basados en los criterios establecidos. La selección final de trabajos se completó utilizando criterios de inclusión y exclusión, los cuales se encuentran detallados en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

CI1. Artículos en inglés y español.

CI2. Artículos publicados desde 2018 al 2023.

CI3. Tipo de documento: documentos de congresos y revistas.

CI4. Artículos que relacionen la inteligencia artificial y la educación

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

CE1. Artículos duplicados.

CE2. Artículos que no consideraban a la IA en la educación como tema principal o secundario.

CE3. Artículos publicados previo al 2018.

Al aplicar la cadena de búsqueda dos (CB2) se obtuvieron 65 estudios potenciales, de los cuales se seleccionaron 16 trabajos de acuerdo con los criterios de inclusión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gracias a la búsqueda y selección de trabajos llevada a cabo, fue posible adquirir un conjunto representativo que ilustra la evolución del tema de investigación a lo largo del período establecido en el protocolo. Esto simplificó la extracción de información y la identificación de las técnicas y tecnologías más frecuentemente empleadas para responder a las preguntas de investigación. A continuación, se presentan de forma concisa los resultados obtenidos en este mapeo sistemático de la literatura.

55

P1. ¿Cuáles son las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial en la educación y cómo están impactando en el campo educativo?

El artículo "Findings on teaching machine learning in high school: A tenyear systematic literature review" realiza una revisión sistemática de la literatura durante un período de diez años para examinar la enseñanza del aprendizaje automático en la escuela secundaria. El estudio evalúa la validez de la instrucción programada en cursos en línea, midiendo el rendimiento en pruebas, la frecuencia de publicaciones en discusiones, el compromiso de tiempo de los instructores, la generalización y las percepciones de los estudiantes sobre el aprendizaje en línea. El artículo proporciona evidencia empírica sobre la efectividad de la instrucción programada en cursos en línea y su impacto en el rendimiento de los estudiantes (Martins & Gresse Von Wangenheim, 2022). Este estudio muestra una aplicación actual de la inteligencia artificial en la educación, específicamente en la enseñanza del aprendizaje automático en la escuela secundaria. La instrucción programada, combinada con la tecnología en línea, permite a los estudiantes aprender de manera estructurada y autónoma, mejorando su rendimiento en pruebas y su participación en discusiones. Estas aplicaciones de inteligencia artificial están impactando en el campo educativo al proporcionar nuevas formas de enseñanza y aprendizaje, y mejorando la eficiencia y la calidad de la educación en la escuela secundaria.

El artículo "Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review", lleva a cabo una revisión de la literatura con el propósito de examinar la alfabetización en inteligencia artificial en contextos de educación superior y educación de adultos. El estudio destaca que, aunque la inteligencia artificial es una realidad, la producción científica sobre su aplicación en la educación superior aún no se ha consolidado. Sin embargo, informes de

relevancia global, como el Horizon Report, predicen que la inteligencia artificial se implementará en la educación superior en un plazo de cuatro a cinco años. La inteligencia artificial se considera una tecnología emergente que tiene como objetivo crear sistemas computacionales con comportamientos inteligentes y adaptativos, capaces de aprender de su entorno, al igual que los seres humanos. El artículo también menciona que existe un interés mundial en el tema de la inteligencia artificial en la educación, pero la literatura sobre este tema aún se encuentra en una etapa incipiente. Se destaca la necesidad de aumentar la conciencia sobre los mecanismos de aplicación de la inteligencia artificial y difundir su potencial en el entorno educativo (Laupichler et al., 2022).

El artículo "Systematic review of artificial intelligence in higher education (2000-2020) and future research directions" realiza una revisión sistemática de la literatura sobre la inteligencia artificial en la educación superior durante el período de 2000 a 2020. El estudio destaca que la inteligencia artificial ha experimentado importantes avances en los últimos años y representa una tecnología emergente que revolucionará la forma en que los seres humanos viven. Se menciona que la inteligencia artificial ya se está introduciendo en el campo de la educación superior, aunque muchos profesores desconocen su alcance y, sobre todo, en qué consiste. Este artículo examina la producción científica relacionada con la inteligencia artificial en la educación superior y señala que la literatura en este campo todavía está en sus primeras etapas de desarrollo. El estudio muestra un interés mundial en el tema de la inteligencia artificial en la educación superior y resalta que la literatura sobre este tema está en una etapa temprana de desarrollo. Se menciona que informes de relevancia global, como el Horizon Report, predicen que la inteligencia artificial se implementará en la educación superior en un plazo de cuatro a cinco años. Se destaca que la inteligencia artificial es una tecnología emergente que tiene como objetivo crear sistemas computacionales con comportamientos inteligentes y adaptativos, capaces de aprender de su entorno, al igual que los seres humanos (R Gera, 2021).

El artículo "La llegada de la inteligencia artificial a la educación" reflexiona sobre la implementación de la inteligencia artificial en la educación y su impacto en la impartición y generación de conocimientos. Se destaca el uso de la inteligencia artificial en la evaluación de los estudiantes y la eficiencia en la construcción de evaluaciones. Además, se menciona que la bibliografía sobre este tema es amplia, lo que demuestra el interés que genera en el ámbito científico. También se resalta el amplio abanico de posibilidades de aplicación de las tecnologías avanzadas en contextos formales, no formales y experiencias informales (Moreno Padilla, 2019).

El artículo "Inteligencia artificial aplicada al sector educativo" aborda la aplicación de la inteligencia artificial en el sector educativo. Subraya que la inteligencia artificial constituye una herramienta tecnológica con un alcance amplio y un impacto significativo en el siglo XXI, y su adopción en el ámbito educativo puede plantear nuevos desafíos y oportunidades. Se menciona que la integración de tecnologías de la información y las comunicaciones ha permitido la innovación en los procesos de enseñanza aprendizaje, como el uso de dispositivos móviles dentro y fuera del aula (Tito et al., 2021). El artículo destaca la importancia de adaptar el aprendizaje automático (Machine Learning) como fundamento para la creación de otras estrategias, tales como la realidad aumentada, realidad virtual, realidad mixta, gamificación, laboratorios virtuales y remotos, y la integración de la inteligencia artificial. Se hace hincapié en que la inteligencia artificial orientada al aprendizaje móvil debe promover la interactividad y proporcionar asesoramiento asistido mediante flashcards, chats o voz.

P2. ¿Cómo se ha utilizado la inteligencia artificial para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos y cuáles son sus implicaciones?

El artículo "Teaching machine learning in school: A systematic mapping of the state of the art" realiza un mapeo sistemático del estado del arte sobre la enseñanza del aprendizaje automático en la escuela. El estudio examina cómo se ha utilizado la inteligencia artificial para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos. Se destaca la importancia de enseñar a los estudiantes sobre el aprendizaje automático y cómo aplicarlo en diferentes disciplinas. Además, se mencionan las implicaciones de enseñar el aprendizaje automático, como el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, así como la preparación de los estudiantes para futuras carreras en campos relacionados con la inteligencia artificial (Marques et al., 2020).

El artículo "Artificial intelligence innovation in education: A twentyyear datadriven historical analysis" realiza un análisis histórico basado en datos de los últimos veinte años sobre la innovación de la inteligencia artificial en la educación. El estudio examina cómo se ha utilizado la inteligencia artificial para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos y cuáles son sus implicaciones. Se destaca que la inteligencia artificial ha revolucionado los métodos de enseñanza y aprendizaje, y su aplicación en la educación ha generado cambios significativos en la forma en que se enseña y se aprende (Guan et al., 2020). Los autores mencionan que la inteligencia artificial ha permitido la creación de sistemas de enseñanza personalizados y adaptativos, que se ajustan a las necesidades individuales de los

estudiantes. Además, se resalta que la inteligencia artificial ha mejorado la eficiencia de la enseñanza al proporcionar retroalimentación instantánea y personalizada, así como la capacidad de analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones y tendencias en el aprendizaje de los estudiantes.

El artículo "Educational Data Mining for Student Performance Prediction: A Systematic literature Review", lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura acerca de la minería de datos educativos con el fin de anticipar el rendimiento de los estudiantes. El estudio examina cómo se ha utilizado la inteligencia artificial, Particularmente, se enfoca en la minería de datos con el objetivo de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en contextos educativos, explorando sus implicaciones. Se destaca que la minería de datos educativos permite analizar grandes conjuntos de datos para identificar patrones y tendencias en el rendimiento de los estudiantes, lo que puede ayudar a los educadores a tomar decisiones informadas y personalizar la enseñanza para mejorar el rendimiento de los estudiantes (Roslan & Chen, 2022). El artículo menciona que la minería de datos educativos se ha utilizado para predecir el rendimiento de los estudiantes, identificar factores que influyen en el éxito académico y desarrollar sistemas de recomendación personalizados. Además, se resalta que la minería de datos educativos plantea implicaciones éticas y de privacidad, ya que implica el uso de datos personales de los estudiantes.

El artículo "Una revisión sistemática sobre aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial para el aprendizaje de programación", lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura que aborda el empleo de la inteligencia artificial en la enseñanza de programación mediante enfoques como el aula invertida y el aprendizaje colaborativo. Este estudio identifica experiencias educativas que emplean estas estrategias junto con la inteligencia artificial con el fin de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos educativos. El artículo destaca que el aula invertida y el aprendizaje colaborativo, apoyados en la inteligencia artificial, pueden mejorar el aprendizaje de la programación al permitir una mayor interactividad y personalización del proceso de enseñanza. Se mencionan aplicaciones como sistemas de recomendación y plataformas virtuales de aprendizaje que utilizan la inteligencia artificial para adaptarse a las necesidades específicas de cada estudiante (Mosquera et al., 2021).

P3. ¿Cuáles son los beneficios y desafíos de la implementación de la inteligencia artificial en la educación y cómo están afectando a los estudiantes y docentes?

El artículo "Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools" examina la disposición y la intención de los docentes para enseñar inteligencia artificial en las escuelas. El estudio resalta que la inteligencia artificial tiene el potencial de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje al ofrecer nuevas oportunidades y recursos educativos. Sin embargo, también se identifican desafíos en la implementación de la inteligencia artificial en la educación, como la falta de conocimiento y capacitación de los docentes, la disponibilidad de recursos tecnológicos y la adaptación de los planes de estudio (Ayanwale et al., 2022). El artículo demuestra que la introducción de la inteligencia artificial en la educación presenta posibles ventajas, como el fortalecimiento de la personalización del aprendizaje, la adecuación a las particularidades de cada estudiante y la expansión de las posibilidades educativas. No obstante, también se subrayan desafíos, como la necesidad de fortalecer la competencia digital de los docentes, asegurar la igualdad en el acceso a la tecnología y abordar las inquietudes éticas y de privacidad.

El artículo "Artificial Intelligence in Today's Education Landscape: Understanding and Managing Ethical Issues for Educational Assessment" aborda el uso de la inteligencia artificial en la evaluación educativa y las implicaciones éticas asociadas. El estudio analiza la aplicación de la inteligencia artificial para el mejoramiento de los procedimientos de enseñanza y aprendizaje en ambientes educativos, además de explorar sus repercusiones. Se destaca que la inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia y la precisión de la evaluación educativa al analizar grandes cantidades de datos y proporcionar retroalimentación personalizada a los estudiantes (Lim et al., 2023). El artículo también aborda cuestiones éticas desafiantes relacionadas con la implementación de la inteligencia artificial en la evaluación educativa, tales como la protección de la privacidad de los datos de los estudiantes, la equidad en el acceso a la tecnología y la toma de decisiones fundamentada en algoritmos. Se resalta la importancia de comprender y gestionar adecuadamente estos desafíos éticos para garantizar un uso responsable y ético de la inteligencia artificial en la educación.

El artículo "Challenges and Future Directions of Big Data and Artificial Intelligence in Education", Explora los retos y las perspectivas futuras relacionadas con la aplicación de Big Data e inteligencia artificial en la educación. El empleo de la inteligencia artificial en el ámbito educativo ha mostrado ser beneficioso en múltiples aspectos, incluyendo la mejora en la eficiencia de la evaluación, la adaptación del aprendizaje a las necesidades individuales, la retroalimentación instantánea y la disponibilidad de recursos educativos de alta calidad. Sin embargo, también presenta desafíos que deben abordarse, como la falta de capacitación

docente, la privacidad y seguridad de los datos, la desigualdad de acceso y la dependencia excesiva de la tecnología (Luan et al., 2020). La introducción de la inteligencia artificial en la educación ha posibilitado que los educadores reduzcan su carga de trabajo al automatizar la corrección de exámenes y la evaluación de tareas. Además, la inteligencia artificial puede personalizar el contenido y las actividades de aprendizaje de acuerdo con las necesidades particulares de cada estudiante, lo que favorece un enfoque más individualizado y orientado hacia el alumno.

P4. ¿Cómo se puede utilizar la inteligencia artificial para personalizar la educación y adaptarla a las necesidades individuales de los estudiantes, y cuáles son las implicaciones de esta personalización?

60

El artículo "Big educational data & analytics: Survey, architecture and challenges" aborda el tema del análisis de grandes datos en el ámbito educativo. El estudio presenta una encuesta sobre el uso de Big Data y analítica en la educación, así como una arquitectura general y los desafíos asociados. Se destaca que el análisis de Big Data en la educación puede dividirse en tres categorías: software de análisis de datos como servicio, plataforma de análisis de datos como servicio e infraestructura de análisis de datos como servicio. Además, se propone una arquitectura general para el análisis de Big Data en la educación, que incluye la recolección de datos de múltiples fuentes, el almacenamiento distribuido de datos y el procesamiento de datos a nivel intra/inter (Ang et al., 2020). La personalización de la educación y la adaptación a las necesidades individuales de los estudiantes son posibles gracias a la inteligencia artificial (IA) y otras tecnologías emergentes. La IA puede utilizarse para evaluar automáticamente a los estudiantes, personalizar los contenidos educativos y proporcionar tutorización virtual. Estas aplicaciones de la IA permiten a los estudiantes recibir una educación adaptada a sus necesidades específicas y mejorar su rendimiento académico. Sin embargo, la personalización de la educación a través de la IA plantea implicaciones éticas y sociales. Por un lado, existe la preocupación por la privacidad y la seguridad de los datos de los estudiantes. La recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos personales pueden plantear riesgos de violación de la privacidad y el uso indebido de la información. Además, la personalización de la educación puede generar desigualdades si no todos los estudiantes tienen acceso a la tecnología necesaria o si no se abordan las barreras digitales.

El artículo "Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review" analiza la literatura existente sobre la alfabetización en inteligencia artificial (IA) en la

educación superior y de adultos. El estudio tiene como objetivo comprender cómo se puede utilizar la IA para personalizar la educación y adaptarla a las necesidades individuales de los estudiantes, así como explorar las implicaciones de esta personalización. El análisis bibliométrico realizado revela que, aunque la IA es una realidad, la producción científica sobre su aplicación en la educación superior aún no se ha consolidado. Existe un interés mundial en el tema, pero la literatura sobre este tema está en una etapa incipiente (Laupichler et al., 2022). Se destaca que la IA aplicada a la educación superior es una realidad marginal, aunque se están obteniendo resultados beneficiosos. La personalización de la educación y la adaptación a las necesidades individuales de los estudiantes son factibles gracias a la inteligencia artificial. La IA puede ser empleada para implementar sistemas de tutorización virtual que se ajusten a cada estudiante, proporcionando retroalimentación personalizada y adecuando el ritmo de aprendizaje. Asimismo, la IA puede utilizarse para anticipar el desempeño de los estudiantes y desarrollar entornos de aprendizaje adaptables.

El artículo "Trends on Technologies and Artificial Intelligence in Education for Personalized Learning: Systematic Literature Review" Conduce una revisión sistemática de la literatura que aborda las tendencias en tecnologías e inteligencia artificial (IA) en la educación con el enfoque en el aprendizaje personalizado. El propósito de este estudio es examinar la utilización de la IA para la personalización de la educación y su adecuación a las particularidades de cada estudiante, además de explorar las consecuencias de esta adaptación. La revisión de la literatura revela que la IA puede utilizarse para personalizar la educación de diversas formas. Una de las aplicaciones más comunes es la adaptación de los contenidos educativos a las necesidades y preferencias individuales de los estudiantes (Hashim et al., 2022). Esto implica la utilización de algoritmos de inteligencia artificial para analizar los datos de los estudiantes y ofrecerles materiales y recursos educativos que se ajusten a su nivel de conocimiento, estilo de aprendizaje y preferencias personales. Además, la inteligencia artificial puede emplearse para brindar tutoría virtual y retroalimentación personalizada a los estudiantes. Los sistemas de tutorización virtual hacen uso de algoritmos de IA para adaptar el ritmo de aprendizaje, proporcionar explicaciones adicionales y recomendar actividades de refuerzo según las necesidades individuales de cada estudiante.

El artículo "Artificial Intelligence in Education and Schools", este estudio se enfoca en la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo y en las escuelas. Resalta cómo la IA puede ser empleada para personalizar la educación y adaptarla a las necesidades individuales de los estudiantes, al mismo tiempo que examina las implicaciones de esta

personalización. La IA se utiliza para aumentar la eficiencia y la eficacia en la enseñanza y el aprendizaje. Se ha demostrado que los sistemas de reconocimiento de voz basados en IA pueden comunicarse y responder preguntas de los estudiantes de manera efectiva. Además, la IA se emplea para optimizar la eficiencia en el aula y potenciar la capacidad de ofrecer educación personalizada a los estudiantes. La introducción de robots educativos basados en IA en la enseñanza de educación física ha demostrado aumentar el interés y la actitud de aprendizaje de los estudiantes (Göçen & Aydemir, 2020). La personalización de la educación mediante la inteligencia artificial implica ajustar los contenidos y las estrategias de enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes. Los robots educativos basados en IA pueden ofrecer retroalimentación personalizada y adaptar el ritmo de aprendizaje de acuerdo a las necesidades de cada estudiante.

El artículo "Hybrid Physical Education Teaching and Curriculum Design Based on a Voice Interactive Artificial Intelligence Educational Robot" presenta un enfoque innovador para la enseñanza de educación física utilizando un robot educativo basado en inteligencia artificial (IA). El estudio propone un modelo híbrido de enseñanza de educación física que combina las ventajas de la tecnología de IA con la enseñanza tradicional para mejorar la eficiencia en el aula y la capacidad de educación personalizada para los estudiantes. El artículo destaca que la IA puede utilizarse para mejorar la eficiencia del aula y proporcionar una educación más personalizada. El uso de un robot educativo basado en IA permite la interacción por voz con los estudiantes, lo que facilita la comunicación y la respuesta a las preguntas de los estudiantes. Además, el robot educativo puede adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, brindando una experiencia de aprendizaje más personalizada (Yang et al., 2020).

La inteligencia artificial (IA) está generando un impacto significativo en la educación y está siendo empleada de diversas maneras. Según un estudio que evaluó la enseñanza del aprendizaje automático en las escuelas secundarias, la instrucción planificada en cursos en línea junto con tecnologías en línea está impulsando la participación en las discusiones y el rendimiento de los estudiantes. Esto ejemplifica cómo la IA puede mejorar la eficacia y la calidad de la educación secundaria.

La IA se considera una tecnología de vanguardia con la capacidad de construir sistemas informáticos inteligentes y adaptables en la educación superior y la educación de adultos. Si bien aún no se ha consolidado la investigación sobre el uso de la IA en la educación superior, documentos como el Informe Horizon indican que se utilizará en los próximos cuatro o cinco

años. Es fundamental compartir conocimientos sobre los mecanismos de aplicación de la IA y su potencial en el ámbito educativo.

La IA en educación tiene la capacidad de individualizar el aprendizaje y adaptarlo a las necesidades de cada alumno. Esto se puede lograr mediante la personalización de materiales educativos y el uso de tutorías en línea. Para brindarles a los estudiantes información y recursos que sean apropiados para su nivel de conocimiento y preferencias personales, la IA puede analizar los datos de los estudiantes. Además, la IA puede ofrecer comentarios personalizados y cambiar el ritmo de aprendizaje para adaptarse a los requisitos de cada estudiante.

63

CONCLUSIONES

Este estudio presentó un mapeo sistemático de la literatura para abordar la influencia que está teniendo la inteligencia artificial (IA) en el sector educativo, según una evaluación exhaustiva de la literatura sobre este tema. Hay varios usos para la IA, incluida la educación del aprendizaje automático de los alumnos de secundaria, la adaptación de la educación para responder a las necesidades individuales de cada estudiante y la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se ha demostrado que la tecnología en línea utilizada junto con la instrucción programada puede mejorar el rendimiento de los estudiantes y la participación en las discusiones. Los sistemas de enseñanza personalizados y adaptables también han sido posibles gracias a la IA. Estos sistemas se adaptan a las demandas únicas de cada estudiante y aumentan la eficacia de la enseñanza al brindar una retroalimentación inmediata que también se adapta.

Sin embargo, la introducción de la inteligencia artificial en la educación también conlleva desafíos y consideraciones éticas. Se debe abordar la falta de conocimiento y formación de los docentes en el uso de la IA, así como asegurar la privacidad y seguridad de los datos de los estudiantes. Además, es necesario abordar las inquietudes relacionadas con la equidad en el acceso a la tecnología y la excesiva dependencia de la tecnología en el proceso educativo.

REFERENCIAS

Ang, K. L.-M., Ge, F. L., & Seng, K. P. (2020). Big Educational Data & Analytics: Survey, Architecture and Challenges. *IEEE Access*, 8, 116392–116414. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2994561>

- Ayanwale, M. A., Sanusi, I. T., Adelana, O. P., Aruleba, K. D., & Oyelere, S. S. (2022). Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100099. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100099>
- Barrionuevo, L. B., Boccardo, S. del C., & Medina, S. (2021). Virtualidad en La Educación: El Desafío De Construir Calidad, Igualdad Y Equidad en La Escuela en Tiempos De Pandemia. In *Revista Convergencia Educativa*. <https://doi.org/10.29035/rce.10.44>
- Castaneda, A. U. (2023). Un Viaje Hacia La Inteligencia Artificial en La Educación. In *Realidad Y Reflexión*. <https://doi.org/10.5377/ryr.v1i56.15776>
- Göçen, A., & Aydemir, F. (2020). Artificial Intelligence in Education and Schools. In *Research on Education and Media*. <https://doi.org/10.2478/rem-2020-0003>
- González-Videgaray, M., & Romero-Ruiz, R. (2022). Inteligencia artificial en educación: De usuarios pasivos a creadores críticos. *FIGURAS REVISTA ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN*, 4(1), 48–58.
- Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4), 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>
- Hashim, S., Omar, M. K., Jalil, H. A., & Sharef, N. M. (2022). Trends on Technologies and Artificial Intelligence in Education for Personalized Learning: Systematic Literature Review. In *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v11-i1/12230>
- Laupichler, M. C., Aster, A., Schirch, J., & Raupach, T. (2022). Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100101. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100101>
- Lim, T., Gottipati, S., & Cheong, M. (2023). Artificial Intelligence in Today's Education Landscape: Understanding and Managing Ethical Issues for Educational Assessment. <https://www.researchsquare.com/article/rs-2696273/latest.pdf>
- Luan, H., Géczy, P., Lai, H., Gobert, J. D., Yang, S. J. H., Ogata, H., Baltes, J., Guerra, R. da S., Li, P., & Tsai, C. C. (2020). Challenges and Future Directions of Big Data and

- Artificial Intelligence in Education. In *Frontiers in Psychology*.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.580820>
- Manrique, W. G., & Vargas, G. I. de L. (2019). Inteligencia Artificial Y Su Aplicación en La Administración De Justicia. In *Revista Jurídica Mario Alario D'filippo*.
<https://doi.org/10.32997/2256-2796-vol.11-num.21-2019-2501>
- Marques, L. S., Gresse Von Wangenheim, C., & Hauck, J. C. R. (2020). Teaching machine learning in school: A systematic mapping of the state of the art. *Informatics in Education*, 19(2), 283–321. <https://doi.org/10.15388/INFEDU.2020.14>
- Martins, R. M., & Gresse Von Wangenheim, C. (2022). Findings on Teaching Machine Learning in High School: A Ten - Year Systematic Literature Review. *Informatics in Education*, 00(00). <https://doi.org/10.15388/infedu.2023.18>
- Morales, S. G. (2021). La Motivación Al Aprendizaje en La Educación Virtual Universitaria. In *Revista Guatemalteca De Educación Superior*.
<https://doi.org/10.46954/revistages.v4i2.61>
- Moreno Padilla, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista de Investigación En Tecnologías de La Información*, 7(14), 260–270.
<https://doi.org/10.36825/riti.07.14.022>
- Mosquera, J. M. L., Suarez, C. G. H., & Guerrero, V. H. (2021). Una Revisión Sistemática Sobre Aula Invertida Y Aprendizaje Colaborativo Apoyados en Inteligencia Artificial Para El Aprendizaje De Programación. In *Tecnura*.
<https://doi.org/10.14483/22487638.16934>
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., & Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536–552. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- R Gera, P. C. (2021). Systematic review of artificial intelligence in higher education (2000-2020) and future research directions. *Advances in Global Education and Research*, 4, 1–17.
- Roslan, M. H. bin, & Chen, C. J. (2022). Educational Data Mining for Student Performance Prediction: A Systematic Literature Review (2015-2021). *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(5), 147–179.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v17i05.27685>

- Tito, L. P. D., Cárdenas, J. V. T., Curo, G. G., & Barreto, A. M. B. (2021). Inteligencia Artificial Aplicada Al Sector Educativo. In Revista Venezolana De Gerencia. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.96.12>
- Yang, D., Oh, E.-S., & Wang, Y. (2020). Hybrid Physical Education Teaching and Curriculum Design Based on a Voice Interactive Artificial Intelligence Educational Robot. In Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su12198000>

Sistemas de inyección de combustible de vehículos livianos en el mercado ecuatoriano. Caso de estudio: Marcas japonesas

Fuel injection systems for light vehicles (SI) in the Ecuadorian market. Study case: Japanese brands.

Jaime Antamba Guasgua¹, Guillermo Oña², Vanessa Vallejo³, Danny Peñafiel⁴

¹Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, jaime.antamba@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, guillermo.ona@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

³ Universidad Oberta de Cataluña, vvallejom@uoc.edu, Cataluña, España

⁴Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, danny.peñafiel@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

Autor para correspondencia: jaime.antamba@ister.edu.ec

Fecha de recepción: septiembre 2023

Fecha de aceptación: diciembre 2023

RESUMEN

Los motores de combustión interna son una fuente importante de contaminación ambiental y agotamiento de recursos fósiles. Para abordar estos problemas, se han desarrollado diferentes tecnologías como la inyección directa de gasolina (GDI), que reduce las emisiones y mejora la eficiencia del motor. Este trabajo se orientó en el análisis de los tipos de sistemas de inyección de combustible incorporados en los motores de encendido provocado en los vehículos de marcas japonesas que se ofertan en el mercado ecuatoriano durante el año 2023 y los requerimientos de la calidad de combustible. Se empleó el método de carácter tecnológico considerando el enfoque práctico, con dos etapas: recolección bibliográfica y recolección y tratamiento de datos. Las marcas japonesas en el Ecuador son 5, correspondiente al tercer lugar de vehículos según país de origen, con una oferta total de 31 modelos, también, constituye el 25% de vehículos en el parque automotor del Ecuador. La marca Mazda incluye en todos sus modelos sistemas de inyección directa, a la vez requieren combustible Super premium para la operación, en las restantes marcas combinan sistemas de inyección directa e indirecta en los modelos en venta. Este segmento de marcas oferta un 50% de modelos con inyección directa, siendo esta tecnología creciente en los vehículos de origen japoneses en el mercado ecuatoriano.

Palabras clave: Inyección indirecta, Inyección directa, SkyActiv, Ecuador

ABSTRACT

Internal combustion engines are a major source of environmental pollution and depletion of fossil resources. To address these problems, different technologies such as gasoline direct injection (GDI) have been developed, which reduce emissions and improve engine efficiency. This work is oriented towards the analysis of the types of fuel injection systems incorporated in the spark ignition engines in Japanese brand vehicles that are offered in the Ecuadorian market during the year 2023 and the fuel quality requirements. The technological method was used considering the practical approach, with two stages: bibliographic collection and data collection and processing. There are 5 Japanese brands in Ecuador, corresponding to the third

place in vehicles according to country of origin, with a total offer of 31 models, also constituting 25% of vehicles in Ecuador's automotive fleet. The Mazda brand includes direct injection systems in all its models, at the same time requiring Super premium fuel for operation, in the remaining brands they combine direct and indirect injection systems in the models for sale. This segment of brands offers 50% of models with direct injection, this technology being growing in vehicles of Japanese origin in the Ecuadorian market.

Keywords: Indirect injection (PFI), Direct injection (GDI), Skyactiv, Ecuador

INTRODUCCIÓN

El amplio campo de las aplicaciones de los motores de combustión interna ha provocado graves daños ambientales lo que ha influido en la crisis energética debido al agotamiento del petróleo cuyo origen es fósil (Gong, Si, & Liu, 2021; Yu, y otros, 2022). Para resolver el dilema energético y ambiental, varios sectores a nivel mundial han desarrollado una serie de políticas y regulaciones de emisiones gaseosas para impulsar los controles de emisiones de los motores y las mejoras en la eficiencia térmica. En este caso, se han realizado tecnologías relevantes, como la recirculación de gases de escape, la relación de compresión variable y la inyección dual de combustible (Gong, Si, & Liu, 2021; Gong, y otros, 2022). Los motores de encendido provocado (MEP), ha evolucionado en la forma de inyectar combustible para formar la mezcla aire-combustible y se usan ampliamente para vehículos pequeños o medianos, como camionetas, taxis, SUV. El progreso de las tecnologías implica principalmente cambiar los tipos de motores con sistemas de inyección indirecta de combustible hacia la inyección directa de gasolina (GDI). A diferencia del tipo de inyección indirecta, el motor GDI inyecta combustible directamente en el cilindro del motor, evitando así el proceso de mezcla antes del proceso de admisión y favoreciendo el proceso de carga de admisión del motor. Además, permite trabajar con altas relaciones de compresión y diferentes de modos de combustión avanzada, como la combustión de carga estratificada (He, y otros, 2022; Mi, y otros, 2022; Yu, y otros, 2022). Bajo estas condiciones, se logran bajas emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx), elevada potencia y un excelente ahorro de combustible (Yu, y otros, 2022).

En Ecuador, existe un mercado automotriz en constante crecimiento, la adopción de sistemas de inyección electrónica juega un papel esencial en la búsqueda de vehículos más eficientes y respetuosos con el medio ambiente (Mora & Altamirano, 2022). Acorde a la CINAIE (2023), en el mercado ecuatoriano los vehículos de origen japones abarcan un total del 25% de vehículos en circulación a nivel nacional, a la vez, representa un mercado de ventas del 13,7% en el año 2022 (AEADE, 2023).

Normalmente, la gasolina contiene cientos de componentes químicos. Los hidrocarburos presentes en la mezcla de gasolina incluyen alcanos, olefinas, naftenos y aromáticos entre los cuales se cree que los aromáticos desempeñan un papel importante al afectar la combustión del motor y las características de emisión. Estudios elaborados por Mi et al. (2022) determinaron que los aromáticos en la gasolina afectan en gran medida la combustión del motor y las características de emisión, mientras que los aromáticos pesados mostraron mayores efectos que los aromáticos totales (He, y otros, 2022). Existe un registro histórico en el Ecuador, que la calidad de la gasolina tiene valores de azufre elevados que afectan los requerimientos de operación de los vehículos de última tecnología, a la vez se encuentran en concordancia a las normas Euro II y actualmente se encuentra en vigencia las normas Euro VI en la Unión Europea (AEADE, 2023).

Los motores de encendido provocado (MEP), ha evolucionado en la forma de inyectar combustible para formar la mezcla aire-combustible. Acorde al punto de realización de la mezcla, se identifican la inyección indirecta, es decir, la mezcla ocurre en el colector de admisión. Este tipo se subdivide en multipunto y monopunto. También, se identifica el sistema de inyección directa, donde la inyección se realiza al interior de la cámara de combustión. Los sistemas de inyección electrónica multipunto, se subdividen en los siguientes: simultáneos, en este caso, todos los inyectores operan al mismo tiempo; secuenciales, en este caso, el inyector se sincroniza con el orden de encendido del motor; semisecuenciales, en este caso, los inyectores operan en pares, se utiliza en motores con numero par de cilindros (Antamba, 2018; Tulcanaz, Rodríguez, & Álvarez, 2022).

La inyección directa de gasolina (GDI), permite la entrega de combustible en la cámara de combustión, con unas ventajas increíbles, como la reducción de emisiones y un bajo consumo de combustible, como el combustible se inyecta directamente en el cilindro, el tiempo disponible para la formación de la mezcla en el cilindro es muy menor, para ello, el combustible debe inyectarse a alta presión para que se mezcle mejor dentro del cilindro (Alvarez & Callejón, 2022; Bosch, 2016; Zhang, Zhang, & Zhang, 2022).

Este trabajo se orienta en el análisis de los tipos de sistemas de inyección incorporados en los motores de encendido provocado los vehículos de marcas japonesas que se ofertan en el mercado ecuatoriano en el año 2023 y los requerimientos de la calidad de combustible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo utilizó el método de carácter tecnológico considerando el enfoque práctico, por ello, se identificó las marcas japonesas en el Ecuador, los modelos y sistemas de inyección de combustible y los requerimientos de la gasolina para la operación del motor de encendido provocado del vehículo. Las etapas del proceso aplicado en el trabajo son:

- Revisión bibliográfica: Se realizó una revisión bibliográfica basados en textos y artículos científicos de los últimos 6 años sobre sistemas de inyección electrónica.
- Recolección y tratamiento de datos: Se obtuvieron los datos oficiales de los vehículos del mercado ecuatoriano de fuentes gubernamentales (SRI) y fuentes del sector automotriz (AEADE y CINAE), para la cuantificación de las unidades vendidas y en circulación. Para la identificación de los sistemas de inyección y las innovaciones incorporadas y la relación con la calidad de combustible, se recopiló la información de los distribuidores y comercializadoras de las marcas japonesas en el mercado nacional. Toda la información fue tabulada acorde a los requerimientos de información.

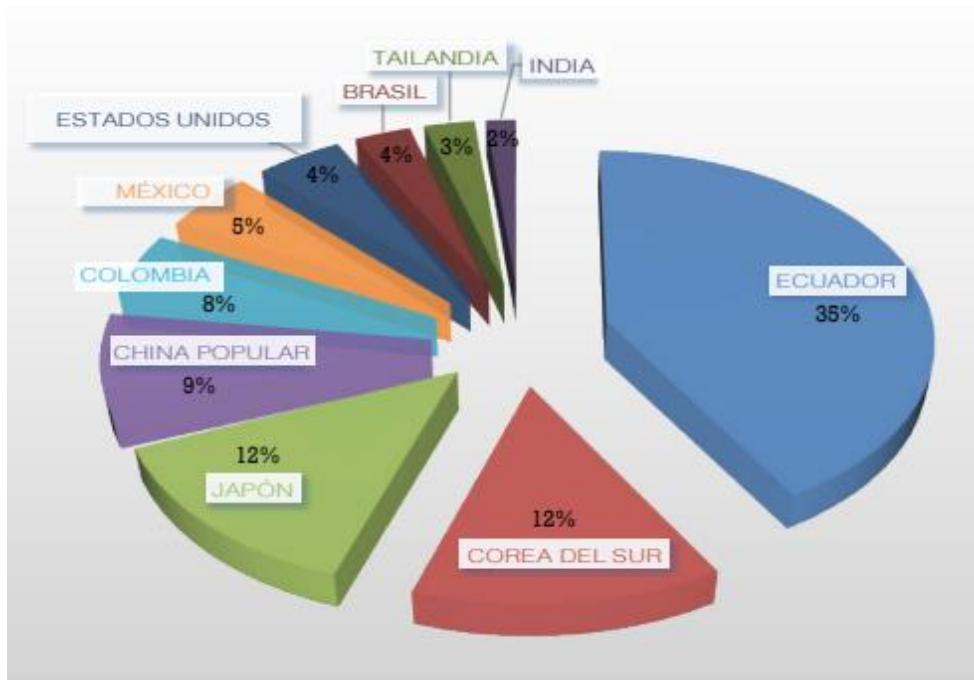
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Vehículos en el mercado nacional

a. País de origen

Acorde a la información mostrada por CINAE, para junio 2023, en el mercado ecuatoriano, los vehículos de origen japonés corresponden al tercer segmento más grande (327752 unidades) en relación al país de origen, con una mínima diferencia con las de origen coreano (332143 unidades), en la figura 1, se identifica la distribución del origen de los vehículos que circulan a nivel nacional.

Figura. 1. País de origen de fabricación – Ecuador 2023



Fuente: Servicio de Rentas Internas; 2023

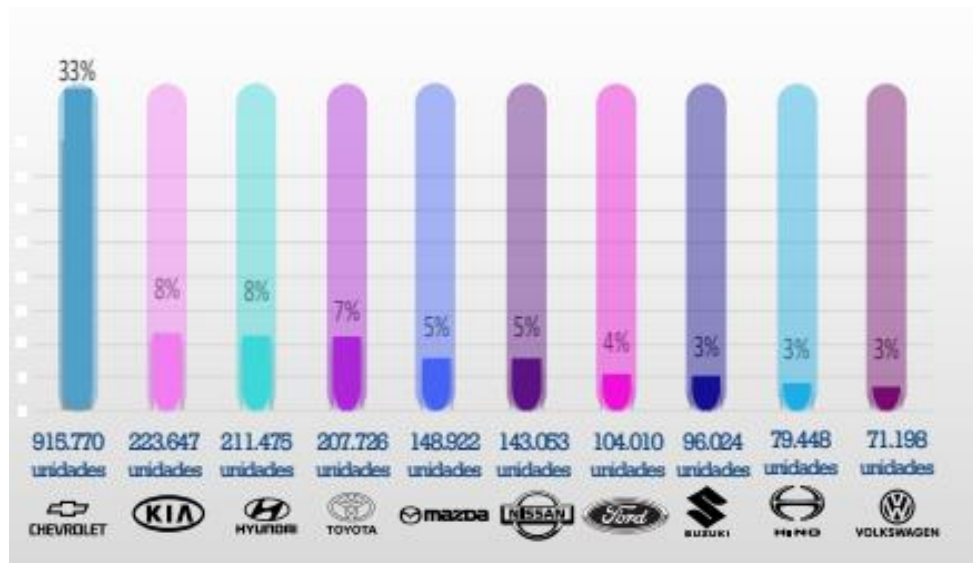
El mayor segmento de vehículos corresponde a los vehículos fabricados localmente con un total de 978087 unidades, ya que entre los años 2010 a 2016, las plantas locales provenían más del 50 % de los vehículos vendidos en el país (AEADE, 2023).

b. Marcas

En julio de 2023, el mercado ecuatoriano de autos nuevos vendió 10909 unidades, lo que representa una disminución de 642 unidades con respecto a julio de 2022. Las marcas como Kia 18,8%, Chevrolet 16,1%, Toyota 6%, Hyundai 5,7%, Chery 5,2%, JAC 3,9%, Renault 3,6%, Suzuki 3,2%, Shineray 3,1%, Jetour 2,9%, Great Wall 2,4%, Mazda 2,2%, DFSK 2,1% y Hino 2,1%, concentran el 77,3% de ventas de autos nuevos en julio de 2023 (CINAE, 2023). Las marcas Toyota y Suzuki se ubican en el top 10 de ventas en este mes.

Las estadísticas de las marcas de vehículos en relación al porcentaje y unidades en el mercado ecuatoriano a junio de 2023, se detalla en la figura 2, se evidencia la presencia de 4 marcas japonesas en top 10 de las marcas de vehículo, destacándose la marca Toyota en el cuarto lugar.

Figura 2. Marcas de vehículos – Ecuador 2023



Fuente: Servicio de Rentas Internas; 2023

A nivel nacional, las marcas Toyota, Mazda, Nissan, Suzuki corresponden a 207726, 148922, 143053 y 96024 unidades, respectivamente. La suma total equivale al 20 % de participación de las 4 marcas en el mercado nacional de vehículos livianos.

Marcas japonesas y los sistemas de inyección de combustible

a. Identificación de sistemas de inyección de combustible

Cada fabricante tiene una denominación para el sistema de inyección directa, por ejemplo, se tienen los siguientes:

- Mazda: Spark Ignition Direct Injection SIDI - SkyActiv.
- Toyota, Kia, Mitsubishi: Gasoline Direct Injection (GDI).
- Volkswagen, Audi: Fuel Stratified Injection (FSI).
- Ford: EcoBoost Gasoline Direct Injection GDI.
- GM: Ecotec Gasoline Direct Injection (GDI).
- Hyundai: Theta Gasoline Direct Injection (GDI).

a. Toyota

La marca ha logrado aumentar su participación de mercado de ventas dentro del segmento de vehículos livianos, pasando del 5,8 % en 2018 al 7,3 % en 2022 (AEADE, 2023). En la tabla 1, se muestra el detalle de los vehículos marca Toyota, estos modelos, disponen de sistemas de inyección indirecta, multipunto secuencial. Este fabricante dispone en los motores de sistemas

de sincronización variable de válvula inteligente (VVT-i), que permite la variación de la apertura, tiempo y reacción de las válvulas acorde al régimen de giro del motor, para la mejora de la eficiencia del motor.

Tabla 1. Modelos Toyota- Ecuador 2023

Modelo	Cilindrada	Potencia	Inyección	Tipo
Yaris	1.5	106	Indirecta	Multipunto
Corolla Hibrido	1.8	117	Indirecta	Multipunto
Raize	1.2	87	Indirecta	Multipunto
Yaris Cross	1.5	114	Indirecta	Multipunto
Rush	1.5	105	Indirecta	Multipunto
RAV-4	2.0/2.5	170/203	Indirecta	Multipunto
Land Cruiser Prado	4	277	Indirecta	Multipunto
Fortuner	2.4/4.0	163/235	Indirecta	Multipunto
C-HR	1.8	122	Indirecta	Multipunto
Corolla Cross	1.8	122	Indirecta	Multipunto

Fuente: (TOYOTA, 2023)

Uno de los vehículos más atractivos de la marca Toyota, corresponde al modelo Corolla Cross, que se identifica en la figura 3, En el año 2023, se dispone de una versión híbrida.

Figura 3. Toyota Corolla Cross. Modelo 2023



Fuente: (TOYOTA, 2023)

b. Mazda

La marca ha logrado mantenerse invariable en la participación de mercado de ventas dentro del segmento de vehículos livianos en un 2,3 % en los últimos cinco años (AEADE, 2023). Los modelos vendidos por la marca Mazda, de origen japoneses, disponen de la tecnología

SKYACTIV-G de inyección directa (patente de fábrica Mazda), combina alta eficiencia y alta relación de compresión de motor para motores atmosféricos, con una relación de 13 a 1. En la tabla 2, se detallan los modelos del mercado nacional.

Tabla 2. Modelos Mazda – Ecuador 2023

Modelo	Cilindrada	Potencia	Inyección	Tipo
Mazda 2	1.5	117	Directa	SKYACTIV-G
Mazda CX-3	2	156	Directa	SKYACTIV-G
Mazda 3	2	153	Directa	e-SKYACTIV G
Mazda CX-30	2	153	Directa	e-SKYACTIV G
Mazda 6	2.5	188	Directa	SKYACTIV-G
Mazda CX-5	2	153	Directa	e-SKYACTIV G
Mazda CX-9	2.5	250	Directa	SKYACTIV-G Turbo

Fuente: (MAZDA, 2023)

Tecnología SKYACTIVE-G

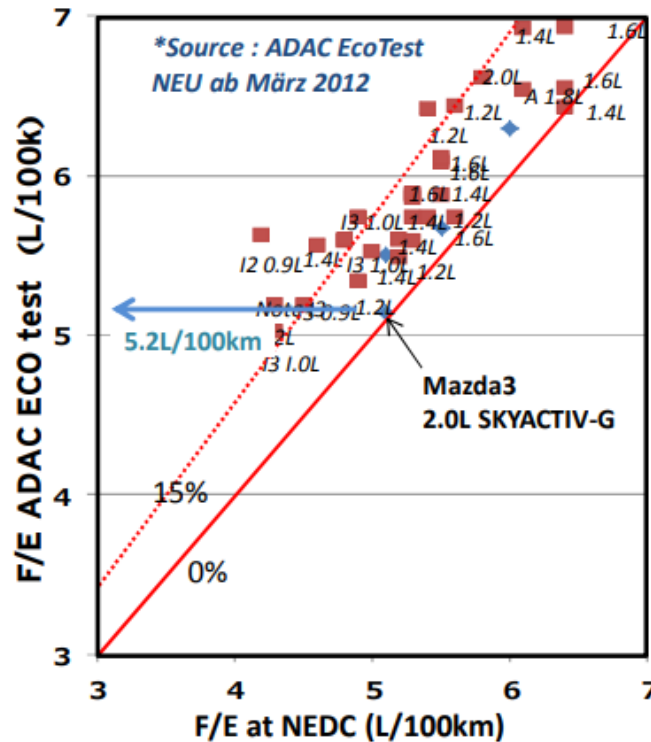
En los motores SKYACTIVE-G, la relación de compresión aumentó a 14:1 con gasolina super 95 octanos, lo que significa que el motor aprovechará más potencia del combustible debido a la mayor expansión que se produce cuando el combustible se quema, lo que conduce a una mayor eficiencia del combustible y con una alta relación de compresión. la eficiencia térmica del motor aumentará, por ello, Mazda, se propuso una mejora en el consumo de combustible del modo NEDC (Nuevo ciclo de conducción europeo) del 15% y un aumento del 15 % de potencia en comparación a los motores de inyección indirecta (Gong, y otros, 2022). Para los lograr los objetivos propuestos, los parámetros de operación requeridos fueron los siguientes:

- Aumento de la relación de compresión (RC) a 14.
- Prevenir el aumento en la duración de la combustión incluso con un RC alto de 14.
- Reducir la pérdida de bombeo en un 20%
- Reducir la pérdida mecánica en un 30%
- Mejorar la eficiencia en un 10%

En la figura 3, se evidencia la operación del Mazda 3 con tecnología SKYACTIV-G 2.0L,

acorde a la EPA de estados Unidos tenía clasificaciones de economía de combustible de 40 mpg (5,88 L/100 km) en carretera y 28 mpg en ciudad (8,4 L/100 km) (Zhang, Zhang, & Zhang, 2022).

Figura 3. Comparativa de consumo de combustible de Mazda 3 con SkyActiv- G en relación a modelos de inyección indirecta



Fuente: (MAZDA, 2023)

c. Nissan

La marca ha disminuido la participación en el mercado de ventas dentro del segmento de vehículos livianos, pasando del 3,6 % en 2018 al 1,3 % en 2022 (AEADE, 2023). En relación con los modelos de la marca Nissan, se ofertan en el mercado solamente 3 tipos de modelos en tipo sedán y SUV. Los motores de los modelos disponen de sistemas de inyección indirecta multipunto con regulación electrónica. En la tabla 3, se detalla los modelos de la marca Nissan.

Tabla 3. Modelos Nissan en el Ecuador

Modelo	Cilindrada	Potencia	Inyección	Tipo
Qashqai	1.3	147	Directa	GDI
Kicks	1.6	118	Indirecta	Secuencial Multipunto
Pathfinder	3.5	270	Directa	GDI
Frontier	2.5	158	Indirecta	Secuencial multipunto
X-Trail e-Power	Tipo eléctrico con motor de combustión interna como generador			

Fuente: (NISSAN, 2023)

En la figura 4, se identifica el Nissan Qashqai, una versión actualizada con sistema de inyección GDI, siendo un requisito el uso de combustible de alto octanaje.

Figura 4. Nissan Qashqai



Fuente: (NISSAN, 2023)

d. Mitsubishi

En el mercado ecuatoriano, también se encuentra la marca Mitsubishi, representada por el Grupo Morisaenz y Mosumi S.A., quienes distribuyen la marca en el Ecuador. La marca ha aumentado la participación en el mercado de ventas dentro del segmento de vehículos livianos, pasando del 0,3% en 2018 al 1 % en 2022 (AEADE, 2023). La marca dispone 4 modelos con motor MEP. Los modelos disponibles cuentan con sistemas de inyección directa e indirecta. En el caso de los sistemas de inyección indirecta se identifica el tipo de inyección multipunto con control electrónico.

El modelo Outlander dispone del sistema de inyección directa, identificado con las siglas GDI, favorece a la reducción de emisiones contaminantes gaseosas, bajo consumo de combustible y el aumento de potencia y par motor en el vehículo, en la figura 5, se identifica el vehículo.

Figura 5. Mitsubishi Outlander. Modelo 2023



Fuente: (Grupo MORISAENZ, 2023)

En la tabla 5, se detalla los modelos Mitsubishi, disponibles para el mercado ecuatoriano distribuidos por el grupo Morisaenz.

Tabla 5. Modelos Mitsubishi- Ecuador 2023

Modelo	Cilindrada	Potencia	Inyección	Tipo
Eclipse Cross	2	150	Indirecta	Multipunto con control electrónico
ASX	2	150	Indirecta	Multipunto con control electrónico
Outlander	2.5	185	Directa	ECI GDI
Montero Sport	3	219	Indirecta	Multipunto con control electrónico

Fuente: (Grupo MORISAENZ, 2023)

e. Suzuki

Desde su incursión en el mercado ecuatoriano en el año 2021, la marca Suzuki ha experimentado un crecimiento significativo en el mercado ecuatoriano. La marca ha aumentado la participación en el mercado de ventas dentro del segmento de vehículos livianos, pasando del 0,6% en 2021 al 1,5 % en 2022 (AEADE, 2023), y sigue su expansión en el año 2023. Este crecimiento se debe a una serie de factores, entre los que destacan, a introducción de nuevos modelos, como el Suzuki S-Cross y el Suzuki Swift Sport. la expansión de la red de concesionarios de la marca y la mejora de la atención al cliente. En la tabla 6, se describen los modelos de la marca de origen japones.

Tabla 6. Modelos Suzuki – Ecuador 2023

Modelo	Cilindrada	Potencia	Inyección	Tipo
Swift	1,2	85	Indirecta	Multipunto Dualjet Hybrid
Vitara	1,6	115	Indirecta	Multipunto
S-Cross	1.4	138	Directa	Multipunto
Jimmy	1.5	100	Indirecta	Multipunto

Fuente: (Suzuki, 2023)

La tecnología japonesa Hybrid consiste en el trabajo en conjunto de dos motores: uno de combustión Dualjet que le da gran potencia con un menor consumo y otro eléctrico llamado ISG que aporta eficiencia en el consumo y cuidado al medioambiente.

f. Calidad de combustible

El mercado nacional, no dispone de una amplia oferta en sistemas de inyección directa, relacionado tanto a los costos de los vehículos como a la calidad del combustible. En el mercado ecuatoriano tiene tres tipos de gasolinas: la Súper Premium; la Extra y Ecopaís, de 85 octanos, y la Eco Plus, de 89 octanos. Los combustibles nacionales superan los límites de contenido de azufre, requeridos por las normas internacionales, lo que dificulta alcanzar las emisiones contaminantes establecidas como la Euro 6, como lo indican los trabajos de Antamba (2018) y Vásconez (2020), estos combustibles muestran un nivel de azufre promedio de 550 ppm en los combustibles tipo Extra y Ecopaís. Acorde Petroecuador (2022), los valores promedio de combustibles reportados en el año 2022, se resume en la tabla 7.

Tabla 7. Calidad de combustible – Nivel azufre

Tipo combustible	Octanaje	Norma INEN [ppm]	Promedio 2022 [ppm]
Extra	85	650	291
Ecopaís	85	650	291
Ecoplus	89	650	200

Super	92	450	150
Super premium	95	300	50*

Fuente: Petroecuador (2022)

Discusión

Cada marca de origen japones, dispone de diversos sistemas de inyección, estos se acoplan acorde a la evolución tecnológica y generacional de los vehículos. Cada sistema favorece el control de las emisiones contaminantes y la reducción de consumo de combustible acorde a los requerimientos de las normativas vigentes nacionales o internacionales, tales como la normativa EURO.

Acorde a la información recopilada, la marca Toyota comercializa la mayor cantidad de modelos repartidos en el segmento automóviles y SUV, contabilizando 11 modelos, incluyéndose un modelo híbrido, muchos de estos modelos, son de versión de caja manual y la versión en cajas automáticas tipo CVT. La marca Toyota oferta todos los modelos con sistema de inyección indirecta, la mayor variante en estos modelos son los sistemas de distribución con tecnología VVT- i y VVT -iE.

En relación a la marca Mazda, los vehículos disponen de motores con tecnología SKYACTIV-G y e-SKYACTIV-G, tecnología patentada de la marca, para sistemas de inyección directa, los modelos emplean motores de 2000 y 2500 cc., identificándose 7 modelos disponibles para el mercado ecuatoriano. Las características de estos motores son de alta relación de compresión, bajo consumo de combustible y mejores prestaciones de par motor y potencia.

La marca Nissan comercializa 4 modelos en el mercado nacional, con sistemas de inyección indirecta y directa. Los modelos se ofertan en versión con caja manual o caja automática. Los modelos corresponden al segmento camionetas (1) y al segmento SUV (3). Un aspecto relevante de esta marca, es la venta del vehículo Nissan X-Trail, en una versión híbrida completa. Los equipamientos de los vehículos permiten incorporar gran cantidad de seguridad activa y pasiva. La marca Mitsubishi comercializa vehículos del segmento SUV, oferta 4 modelos en el mercado nacional, a la vez combina vehículos con sistema inyección indirecta y el modelo Outlander dispone de sistema de inyección directa GDI, existe una diferencia en la tecnología de este modelo vinculado al mercado nacional.

Acorde a los estudios de Yu et al. (2022), Gong et al. (2021) y Payri et al. (2018), el nivel de octanaje del combustible incide en el rendimiento del motor de combustión interna, a la vez, el tipo de mezcla formado en los sistemas de inyección directa requiere un combustible de alto octanaje y reducida cantidad de azufre, ello reduce la formación de hollín y carbonilla en elementos móviles del motor, lo que alarga la vida útil del motor de combustión interna.

CONCLUSIONES

Los fabricantes de vehículos actualizan las tecnologías de los sistemas de inyección de combustible para cumplir las normativas vigentes de emisiones contaminantes gaseosas, logrando mayor potencia y par motor con la incorporación de los sistemas de inyección directa en los motores MEP.

Los fabricantes optimizan el funcionamiento del motor MEP, bajo diversas perspectivas, en el caso de Toyota se centra en los sistemas VVT-i, para mejorar las prestaciones del motor, otros fabricantes se enfocan la inyección de combustible, como el caso de Mazda.

La incorporación del sistema de inyección directa favorece la reducción de consumo de combustible, así como, la incorporación de sistemas de combustible de alta presión, para lograr el funcionamiento correcto.

Los vehículos de Nissan, Toyota, Mitsubishi, Suzuki y Mazda, son modelos importados, que cumplen diferentes normativas internacionales ofreciendo prestaciones de eficiencia, niveles de contaminación y seguridad, pero con combustible de alta calidad.

REFERENCIAS

AEADE. (2023). *Anuario 2022*. Quito: AEADE.

Alvarez, J., & Callejón, I. (2022). *Máquina térmicos motores*. Barcelona: Ediciones UPC.

Antamba, J. (2018). *Diagnóstico de la condición operativa del motor por encendido provocado (MEP), según el tipo de gasolina empleado en las ciudades de Quito y Esmeraldas*. Quito: EPN.

Bosch. (2016). *Manual de la técnica del automóvil*. España: Reverte.

CINAE. (2023). *Boletín Parque Automtor 2023*. Quito: CINAE.

- Gong, C., Si, X., & Liu, F. (2021). Combined effects of excess air ratio and EGR rate on combustion and emissions behaviors of a GDI engine with CO₂ as simulated EGR (CO₂) at low load. *Fuel*, 45-65. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120442>
- Gong, H., Huang, W., Gao, Y., Wang, J., Arioka, A., & Sasaki, Y. (2022). End-of-injection fuel dribbling dynamics of multi-hole GDI injector. *Fuel*, 406-416.
- Grupo MORISAENZ. (2023). *Mitsubishi Motors Corporation*. Recuperado el 01 de 02 de 2023, de <https://www.mitsubishi-motors.com.ec/>
- He, Z., Zhang, Y., Yu, L., Liu, G., Zhou, D., Qian, Y., & Lu, X. (2022). Impacts of gasoline fuel components on GDI engine performances: Part 1, influence on gaseous toxic pollutants. *Fuel*, 423-433.
- MAZDA. (2023). *MAZDA*. Recuperado el 02 de 01 de 2023, de <https://www.mazda.com.ec/>
- Mi, S., Zhang, Y., Wu, H., Zhao, W., Lu, X., & Qian, Y. (2022). Effects of research octane number of gasoline and dual direct injection strategies on combustion and emission performance of intelligent charge compression ignition (ICCI) mode. *Fuel Processing Technology*, 508-519.
- Mora, C., & Altamirano, D. (2022). Características de los sistemas de inyección. Una revisión bibliográfica. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 390-403. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3831/8868>
- NISSAN. (2023). *NISSAN*. Recuperado el 01 de 02 de 2022, de <https://www.nissan.com.ec/vehiculos/nuevos-vehiculos.html>
- Payri, R.; Bracho, G.; Gimeno, J.; Bautista, A. (2018). Rate of injection modelling for gasoline direct injectors. *Energy Conversion and Management*, 166, 424-432.
- Suzuki. (2023). *Suzuki Ecuador*. Recuperado el 02 de 03 de 2023, de <https://www.suzukiecuador.com/>
- TOYOTA. (2023). *TOYOTA*. Recuperado el 01 de 03 de 2023, de <https://www.toyota.com.ec/>
- Tulcanaz, K., Rodríguez, J., & Álvarez, E. (2022). Análisis de los sistemas modernos de inyección a gasolina. *Polo del conocimiento*, 7(10), 123-137. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/pc.v7i10.4717>
- Vasconez, P. (2020). *Diagnóstico del Sistema de Inyección a Gasolina [Tesis - Pregrado]*. Quito: Repositorio USFQ. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10028/1/107940.pdf>

- Yu, F., Zhong, Z., Wang, Q., Liao, S., Zhu, M., Liu, J., & Zheng, J. (2022). Characterizing the particle number emissions of light-duty gasoline vehicles under different engine technologies and driving conditions. *Environmental Research*, 213, 113648., 648-658.
- Zhang, Y., Zhang, J., & Zhang, L. (2022). A review of automotive electronic systems. . *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 1015-1027.

Gas asociado de petróleo para generación eléctrica en el campo Bermejo

Associated oil gas for power generation in the Bermejo field

Luis Álvarez¹, Jefferson Llumiquirena², Diego Ayala³, Wilson Padilla⁴, Silvia Ayala⁵

¹ Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, luis.alvarez@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, fabricio.llumiquirena@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

³ Sociedad de Ingenieros en Petróleos SPE diego.ayala.t@gmail.com

⁴ Sociedad de Ingenieros en Petróleos SPE, wlpe@live.com

⁵ Instituto Superior Universitario Cotopaxi, saayalat@yahoo.com

Autor para correspondencia: fabricio.llumiquirena@ister.edu.ec

83

Fecha de recepción: julio 2023

Fecha de aceptación: diciembre 2023

RESUMEN

Las estrategias enfocadas en solucionar los inconvenientes de un campo maduro deben considerar la declinación de la producción, esto es primordial a la hora de establecer futuras inversiones, para no incurrir en costos que hagan perder competitividad y rentabilidad. El Bloque 49 (B49) es un campo petrolero con casi 50 años de explotación, le aquejan los problemas típicos de un campo maduro, su producción lo sitúa como un campo marginal (< 3000 bls/día) y requiere de un conjunto de mecanismos para volverlo competitivo en las condiciones del mercado petrolero actual. Una adecuada gestión del campo y la puesta en marcha de un modelo de eficiencia energética fueron los ejes para disminuir los costos de producción y lograr un barril con un costo de producción de 5.20 USD. Problemas como la disponibilidad de gas, la limitación de la quema de gas, las facilidades para mantener la presión y la distribución del gas son temas que abordan en esta investigación.

Palabras clave: Campos maduros; Generación eléctrica a gas; Eficiencia energética.

ABSTRACT

Strategies focused on solving the drawbacks of a mature field must consider the decline in production, this is essential when establishing future investments, so as not to incur costs that make them lose competitiveness and profitability. Block 49 (B49) is an oil field with almost 50 years of exploitation, it suffers from the typical problems of a mature field, its production situates it as a marginal field (<3000 bbls/day) and requires a set of mechanisms to make it competitive in the current oil market conditions. An adequate management of the field and the implementation of an energy efficiency model were the axes to reduce production costs and achieve a barrel with a production cost of 5.20 USD. Problems such as the availability of gas, the limitation of gas flaring, the facilities to maintain pressure and the distribution of gas are issues that are addressed in this research.

Key words: Mature fields; Gas-fired electricity generation; Energy efficiency.

INTRODUCCIÓN

El gas asociado de petróleo, un subproducto común en la extracción petrolera, ha sido subutilizado. En el campo Bermejo, su producción significativa ofrece una oportunidad para utilizar este recurso de manera eficiente. Este estudio evalúa la posibilidad de emplear el gas asociado para la generación eléctrica, considerando aspectos técnicos, económicos y medioambientales.

El presente estudio comparte soluciones prácticas llevadas a cabo para afrontar la realidad desafiante de operar un campo maduro con los efectos colaterales del tiempo en el yacimiento y los activos. La explotación de un campo maduro requiere una capitalización completa del conocimiento de sus pozos, reservorio y facilidades (Tournier, Jaffres, Geoge, & Sabally, 2010). Por esta razón se plantea la generación eléctrica con gas asociado como opción viable dentro del proceso de optimización integral. El gas asociado es considerado un desecho por esta razón existe la práctica generalizada de ser quemado, sin embargo, en Ecuador desde el año 2009 PETROAMAZONAS E.P. (referida como PAM EP) ha venido ejecutando un ambicioso Programa de Eficiencia Energética. Este programa conocido como Optimización de Generación Eléctrica y Eficiencia Energética (OGE & EE), es un desarrollo integral en generación, distribución y transmisión de energía eléctrica, así como el desarrollo de instalaciones para la captación y transporte de Gas Asociado (GA). El programa consiste en un grupo de proyectos en un área de 25.000 Km², 17 bloques, 56 campos petroleros y más de 66 instalaciones. Los resultados de este programa se resumen en:

- Varias plantas de energía con una potencia combinada de 325 MW, 95 MW de estas plantas pueden usar como combustible el gas asociado.
- Más de 200 Km de líneas de transmisión y facilidades de distribución para proveer energía basado en méritos económicos y ambientales.
- Aproximadamente 17 Km de instalaciones de captación y transporte de gas de un alcance total de 100 Km, equipando bajo todos los estándares las instalaciones deterioradas e implementando sistemas de recuperación de calor residual.
- El programa OGE & EE además tiene interconectado a la red eléctrica de la industria petrolera con la red nacional lo que ayuda a optimizar la energía renovable nacional (Hidroeléctrica).

Actualmente la mayoría de los yacimientos del mundo son maduros o se encuentran muy próximos y los costos actuales del crudo WTI reducen la rentabilidad de los proyectos. B49

opera desde 1972, cuenta con 35 pozos productores, 3 inyectores y 6 re-inyectores. En los últimos 20 años el campo ha producido 35 MMbp. Ecuador basa parte de su economía en la producción petrolera y la exigencia del incremento de la producción es permanente. Los procesos de optimización reducen los costos y permiten aplacar de mejor manera los efectos negativos que puede tener la volatilidad de los mercados petroleros en las empresas.

Destinar el gas asociado de 12 pozos con poder calorífico de 1560 btu/ft³ para la generación eléctrica es una opción que conlleva un mejor aprovechamiento del gas que de otra forma estaría destinado a la quema en mecheros, el mix energético de campo B49 es al 100% generación eléctrica con gas. Actualmente el volumen global de emisiones por quema de gases es de 100 billones de m³ al año (Ojijiagwo, Odouza, & Emekwuru, 2016), y se queman 140 billones de m³ de gas (Aregbe, 2017), con el acuerdo de París varios son los esfuerzos para disminuir las emisiones asociadas a la quema de gas, Ecuador está entre las naciones que pueden alcanzar un reducción de NDC¹ del 5 al 20% (Farina, 2011), actualmente su reducción de emisiones totales con reducción de quema de gas es del 8% (Elvidge, y otros, 2018), el campo Bermejo se suma a estos objetivos mediante el uso del gas.

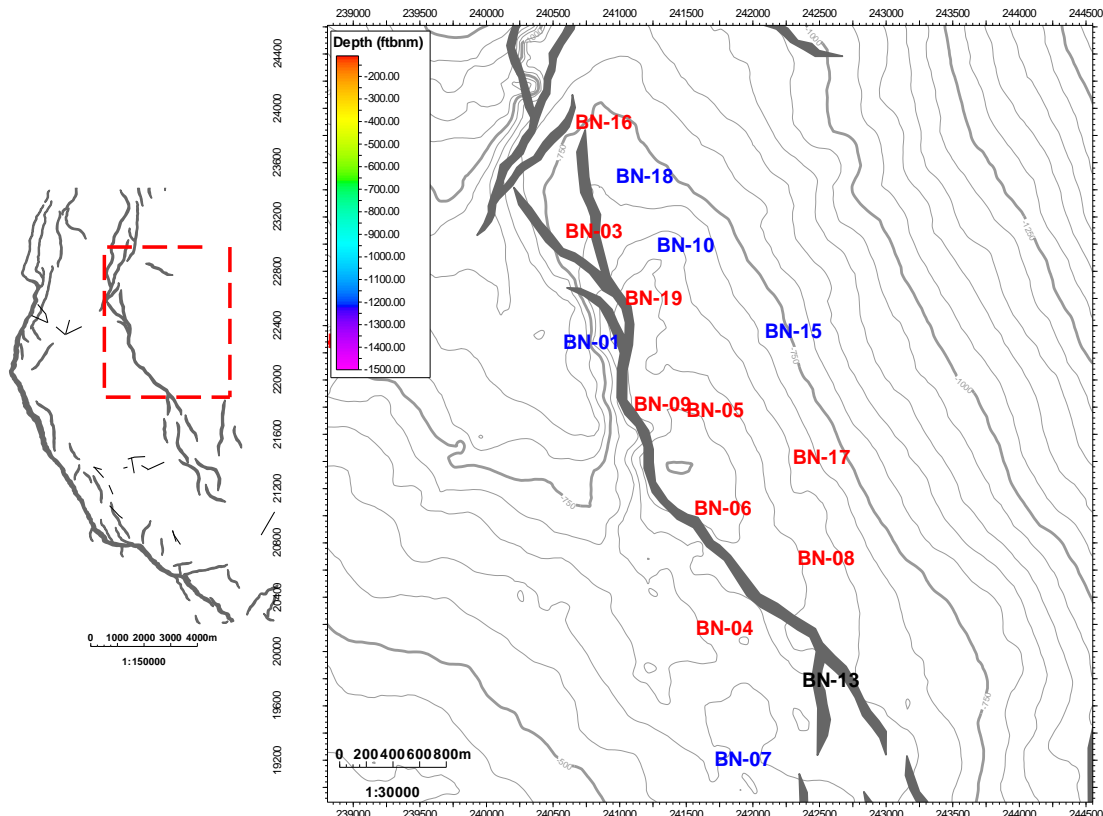
Descripción del campo Bermejo B49

El campo Bermejo B49 tiene una superficie de 61.100 Has, está emplazado en el sector NO de la Cuenca del Oriente Ecuatoriano, subcuenca de Napo. La explotación de la zona Norte inició en el año 1973, se perforaron 15 pozos verticales, con una profundidad promedio de 4600 pies. El pico de producción en la zona norte se alcanzó en el año 1990 con una producción de 1625 bpd. La producción diaria para el año 2001 se redujo a 156 bpd.

La recuperación secundaria del reservorio Basal Tena inició en el año 2003, Los pozos que inyectan en Basal Tena son: BN 01, BN 07, BN 15, de los cuales los dos primeros son inyectores de gas y el último es inyector de agua. Los pozos BN 10 y BN 18 son usados como pozos re-inyectores de agua a Hollín. La figura 1, indica la distribución de los pozos.

¹ The greenhouse gas reduction targets presented by countries in their nationally determined contributions (NDC)

Figura 1. Distribución de los pozos campo B49



Fuente: PETROECUADOR EP, 2022

Eficiencia energética

La eficiencia energética es parte de toda una visión integral del uso de recursos que está actualmente transformando el sector productivo (Madueme, 2010). La industria del petróleo no podría ser ajeno a esta revolución, es la oportunidad perfecta para contribuir con los desafíos de cambio climático y fomentar el ahorro que de otra forma estaría destinado al pago de combustibles para alimentar grupos electrógenos. El aprovechamiento del gas es parte del proceso de transición energética (Gervet , 2007), en los últimos años ha quedado claro que el gas es el hidrocarburo más amigable con el medio ambiente (Emam, 2015) y es un recurso abundante en la Cuenca Oriente de Ecuador.

Generación eléctrica en la etapa inicial de desarrollo del campo

La demanda diaria de energía para cubrir las necesidades operativas de B49 es de aproximadamente 3 MWH; en la etapa inicial de desarrollo del campo y por su ubicación remota la alternativa de interconexión a la red eléctrica del distrito amazónico no era viable y los grupos electrógenos a diésel se convirtieron en la elección de generación. Las inversiones

destinadas a cubrir la demanda energética es un rubro que limita la competitividad del crudo producido en el campo. El detalle de generación se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. Generación eléctrica en la etapa inicial de desarrollo del campo B49.

Annual energy consumption MM KWH	Nº Diesel generators	Diesel generator consumption (MM gallon/year)	Diesel cost millon USD/year	Emission M Ton CO2/year
24	16	1.8	2.57	6.3

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un análisis exhaustivo de las características del gas asociado producido en el campo Bermejo, considerando su composición química, volumen y variabilidad temporal. Se evaluaron tecnologías de conversión de gas a electricidad, como turbinas de gas y ciclos combinados, y se modelaron escenarios económicos para determinar la viabilidad financiera de la implementación de infraestructura necesaria.

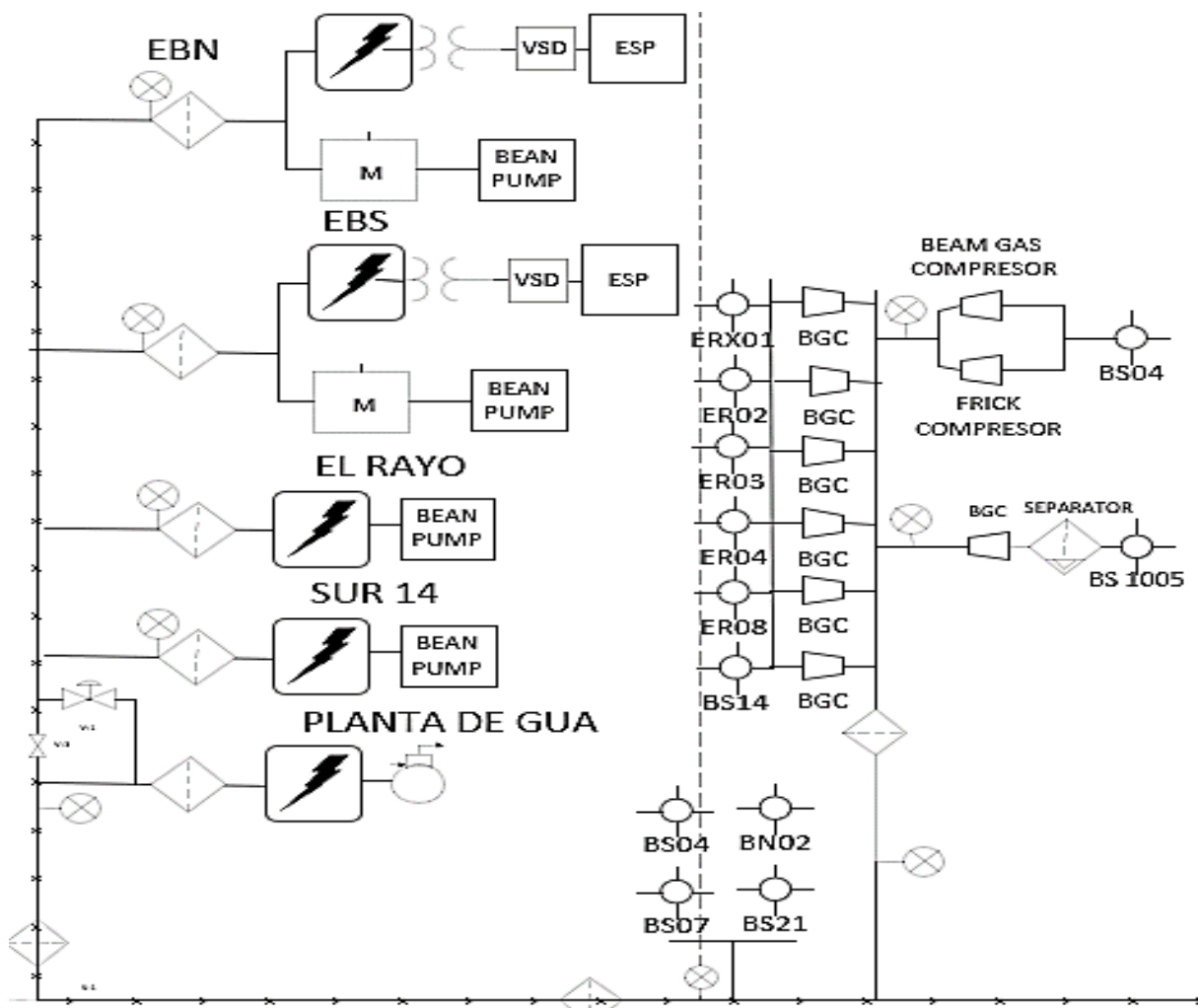
El B49 tiene una producción 16 MCF/mes, inicialmente el gas era quemado, sin embargo, se desarrollaron las facilidades para el aprovechamiento del gas dulce. El campo cuenta con 12 pozos que cumplen con los parámetros técnicos para que su producción sea aprovechada en la generación eléctrica. La figura 2, presenta un esquema de la generación eléctrica a gas en el B49.

- Producción, existe una menor inversión en facilidades al seleccionar pozos de gas dulce (Sangsaraki & Anajafi, 2015), en este caso el gas con esta característica viene de los pozos ubicados en la zona Norte (1 pozo), Sur (6 pozos) y el Rayo (5 pozos).
- Compresión, mantener la presión en el sistema es clave para el correcto funcionamiento de los equipos (Zadakbar, Vatani, & Karimpour, 2008), actualmente la presión optima es de 120 - 130 psi, se probó que los generadores trabajan hasta con un mínimo de 25 psi. Se utiliza el mecanismo beam gas compressor BGC adaptado a las Beam Pumps para la compresión del gas de 7 pozos. El pozo BS04 tiene una compresión dual apoyada por BGC y por un compresor FRICK lo que incrementa la presión de todo el sistema. Debido a la declinación de la producción de gas la presión disminuyó en los últimos años, este inconveniente se resolvió al inyectar directamente al sistema 4 pozos con una

alta tasa de producción lo que incrementó la presión con un resultado exitoso. La Planta de agua monitorea y controla la presión por ser el punto más crítico en el sistema de generación y de producción del campo.

- Distribución, el gas se transporta en un gasoducto de 70 km, el diseño hace consideraciones sobre transporte de hidrocarburos para optimizar el desplazamiento del gas (Mercado & Sanchez, 2014), el mismo que cubre las estaciones Norte, Sur, Planta de agua, El Rayo y Sur 14.
- Generación, existen 14 generadores distribuidos en todo el campo los cuales dan soporte a las ESP y 8 motores a gas que sirven de apoyo a los sistemas de levantamiento Beam Pump, en su conjunto soportan la demanda de 3 MWH al día.

Figura 2. Esquema de generación eléctrica usando flare gas



Fuente: PETROECUADOR EP, 2022

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran un potencial significativo para la generación de electricidad a partir del gas asociado. Se estimó que, mediante tecnologías de conversión eficientes, se puede obtener una cantidad considerable de energía eléctrica. La discusión aborda la importancia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y los desafíos logísticos y regulatorios que podrían surgir.

El campo Bermejo Bloque 49 con sus 48 años de explotación presenta todas las características y problemáticas de un yacimiento maduro, sin embargo, la puesta en marcha de estrategias que redujeron los OPEX dio como resultado un barril producido en 5.20 USD siendo un valor que alcanza un ligero margen de rentabilidad incluso en la crisis petrolera de 2020. La alternativa para mejorar la rentabilidad del campo B49 es:

- Eficiencia energética.
 - Generación eléctrica a partir de gas asociado

El aprovechamiento del gas asociado tiene un impacto en la economía, la sociedad y el ambiente, en este caso particular conlleva dos puntos positivos:

- Mantener una generación basada en el diésel supone tener las emisiones de los generadores más las emisiones asociadas por la quema diaria del gas producido. La combustión de los motores a diésel tiene mayor aporte de partículas y de NO_x. El gas emite 0.204 Kg CO₂/KWh versus los 0.287 Kg CO₂/KWh del diésel, lo que convierte al gas en una opción más amigable con el ambiente.
- Implementar la generación eléctrica aprovechando el gas producido en el campo reduce en 6.3 MTON CO₂ al año.

El campo Bermejo es ejemplo de sostenibilidad puesto que genera el 100% de la energía demandada, es un modelo de optimización, gestión y de reducción de costos. La generación eléctrica aprovechando el gas reduce en 6.3 MTON CO₂ al año. Se ahorra 2.5 millones de dólares al año por concepto de diésel que estaría destinado a la generación eléctrica con grupos electrógenos.

Los resultados revelan que el gas asociado de petróleo del Campo Bermejo posee características adecuadas para ser empleado en la generación eléctrica. Se identificó la necesidad de implementar tecnologías de separación y tratamiento para eliminar impurezas y optimizar la

calidad del gas antes de su utilización. Los análisis económicos indican que, a pesar de los costos iniciales de infraestructura, el uso del gas asociado para generación eléctrica presenta un retorno atractivo a mediano y largo plazo, considerando la reducción de costos operativos y la maximización del recurso energético disponible en el campo.

CONCLUSIONES

- Actualmente se prioriza la generación eléctrica a partir del gas residual reduciendo la huella de carbono asociado a cada barril de petróleo producido en el B49 de esta manera se consigue reducir en 6.3 Mton CO₂ al año. La clave de la generación eléctrica en el campo B49 está en la producción, el mantenimiento de la presión y la distribución del gas dulce.
- El modelo de gestión es la principal estrategia para reactivar un campo maduro, el enfoque y aplicación dependerá de la situación operativa actual. Está claro que no existe una fórmula única y que cada campo requiere soluciones adaptadas a su realidad.
- 2.5 Millones USD son ahorrados por concepto de utilizar gas asociado y se dejan de consumir 1.8 MM de galones de diésel para grupos electrógenos.
- El gas asociado de petróleo en el campo Bermejo representa una valiosa oportunidad para diversificar la matriz energética y avanzar hacia una generación eléctrica más sostenible. Su aprovechamiento adecuado requerirá la colaboración entre la industria, el gobierno y los expertos en energía para superar obstáculos y maximizar los beneficios económicos, ambientales y sociales.
- La apuesta por el gas permite al Ecuador alinearse a objetivos internacionales de reducir las emisiones puesto que el gas es un combustible más amigable con el medio ambiente.
- Este estudio demuestra la viabilidad técnica y económica de utilizar el gas asociado de petróleo como fuente de energía para la generación eléctrica en el Campo Bermejo. La implementación de sistemas eficientes de recolección, tratamiento y conversión del gas asociado puede no solo reducir la emisión de gases de efecto invernadero, sino también mejorar la rentabilidad y sostenibilidad del campo petrolero.

REFERENCIAS

- Afi, F., Gunawan, H., Widiatmo, R., Wasquito, L., Nugroho, P., Kuthfan, M., . . . Suryana, A. (2017). *How to Solve High Water Cut Well Problem in Mature Oil Field, Case Study: Application of Modified Completion Fluid Treatment in WW D-29, WW H-12, II A-22 Wells*. Jakarta: SPE-187009-MS.
- Aregbe, A. (2017). *Natural Gas Flaring – Alternative Solutions*. Lagos: University of Lagos.
- Elvidge, C., Bazilian, M., Zhizhin, M., Ghosh, T., Baugh, K., & Chi Hsu, F. (2018). *The potential role of natural gas flaring in meeting greenhouse gas mitigation targets* (Vol. 20). Illinois, Colorado: Elsevier.
- Emam, E. (2015). *Gas Flaring in Industry: An Overview*. Viena: Petroleum&Coal.
- Farina, M. (2011). *Flare Gas Reduction Recent global trends and policy considerations*. Massachusetts: GE Energy.
- Gervet , B. (2007). *Gas Flaring Emission Contributes to Global Warming*. Lulea University of Technology: Lulea.
- Madueme, S. (2010). *Gas Flaring Activities of Major Oil Companies in Nigeria: An Economic Investigation*. Abuja: International Journal of Engineering and Technology.
- Mercado, R., & Sanchez, C. (2014). *Optimization Problems in Natural Gas Transportation System: A State-of-the-Art Review*. San Nicolas de los Garza: Universitaria San Nicolas de los Garza.
- Ojijiagwo, E., Odouza, C., & Emekwuru, N. (2016). *Economics of Gas to Wire Technology Applied in Gas Flare Management*. Wolverhampton: Elsevier.
- Sangsaraki, M., & Anajafi, E. (2015). *Design Criteria and Simulation of Flare Gas Recovery System*. Dubai: Conference: International Conference on Chemical.
- Tournier, E., Jaffres, B., Geoge, B., & Sabally, L. (2010). *Production Monitoring And Optimization On A Mature Field*. Abu Dhabi: SPE-137969-MS.

Zadakbar, O., Vatani, A., & Karimpour, K. (2008). *Flare Gas Recovery in Oil and Gas Refineries*. París: Institut Français du Pétrole.

Evaluando la calidad de las aplicaciones Low-Code: Un mapeo sistemático de la literatura

Assessing the Quality of Low-Code Applications: A Systematic Mapping Study

Miguel Botto-Tobar^{1,2}, Carlos Neil¹

¹Universidad Abierta Interamericana. Facultad de Tecnología Informática. Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática. Buenos Aires, Argentina, miguelangel.bottotobar@alumnos.uai.edu.ar; carlos.neil@uai.edu.ar

²Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, miguel.bottot@ug.edu.ec

Autor para correspondencia: miguelangel.bottotobar@alumnos.uai.edu.ar

Fecha de recepción: julio 2023

Fecha de aceptación: diciembre 2023

RESUMEN

Las plataformas de desarrollo Low-Code buscan democratizar la creación de software al permitir que personas sin conocimientos técnicos profundos puedan construir aplicaciones. Esto ha reducido las solicitudes a los equipos de TI, permitiéndoles enfocarse en proyectos más complejos. Estas plataformas son altamente personalizables para satisfacer necesidades específicas, lo cual explica su creciente popularidad entre empresas que buscan optimizar sus procesos de desarrollo y mantenerse competitivas digitalmente. Sin embargo, la falta de calidad en las aplicaciones desarrolladas a través de estas plataformas es un desafío importante. En este contexto, para abordar la falta de calidad en las aplicaciones desarrolladas mediante plataformas Low-Code se realizó un mapeo sistemático de la literatura para conocer el estado actual sobre modelos, metodologías, guías y estándares de calidad, que permitan garantizar que estas aplicaciones cumplan con los requisitos y necesidades de los usuarios finales. Se identificaron 13 artículos y los resultados presentan que existen problemas basados en la falta de experiencia en desarrollo de software, limitaciones de las plataformas Low-Code, falta de pruebas exhaustivas, y dependencia de componentes, y se han realizado pruebas exhaustivas, utilizando contenedores; aprovechamiento de tecnologías como Blockchain y plataformas para el desarrollo de aplicaciones virtuales, y además técnicas de Deep Learning y Machine Learning como estrategias para garantizar la calidad. Sin embargo, es necesario la implementación de algunas normas, estándares y directrices de desarrollo para garantizar la consistencia y la calidad en todas las aplicaciones desarrolladas a través de plataformas Low-Code.

Palabras clave: Low-Code; Aseguramiento de calidad; Desarrollo más rápido; Costos reducidos; Personalización.

ABSTRACT

Low-code development platforms seek to democratize software creation by allowing people without deep technical knowledge to build applications. This has reduced requests to IT teams, allowing them to focus on more complex projects. These platforms are highly customizable to meet specific needs, which explains their growing popularity among companies looking to optimize their development processes and stay digitally competitive. However, the lack of quality in the applications developed through these platforms is a major challenge. In this

context, to address the lack of quality in the applications developed through Low-Code platforms, a systematic mapping of the literature was carried out to know the current status of models, methodologies, guides and quality standards, which guarantee that these applications meet the requirements and needs of end users. 13 articles were identified and the results present that there are problems based on lack of experience in software development, limitations of Low-Code platforms, lack of exhaustive testing, and dependence on components, and extensive tests have been carried out, using containers; taking advantage of technologies such as Blockchain and platforms for the development of virtual applications, as well as Deep Learning and Machine Learning techniques as strategies to ensure quality. However, the implementation of some norms, standards, and development guidelines is necessary to ensure consistency and quality across all applications developed through Low-Code platforms.

Key words: Low-Code; Quality assurance; Faster development; Reduced costs; Customization.

INTRODUCCIÓN

Las plataformas de bajo código o también conocidas como Low-Code han surgido como soluciones prometedoras para simplificar el desarrollo de software y mejorar la productividad. Esto ha dado como resultado ciclos de desarrollo más rápidos, costos reducidos y mayor flexibilidad; y, permiten que los usuarios no técnicos participen en el proceso de desarrollo, lo que permite una mayor colaboración e innovación (Sahay et al., 2020). Además, estas plataformas no se limitan a industrias o casos de uso específicos, y se pueden utilizar para desarrollar una amplia gama de aplicaciones, desde aplicaciones móviles simples hasta soluciones empresariales complejas (Heuer et al., 2022). Esto ha llevado a un aumento significativo en la demanda de desarrolladores *I*, y ha abierto nuevas oportunidades para aquellos que buscan ingresar al campo.

Las plataformas Low-Code han ganado una atención significativa en los últimos años, debido a su potencial para simplificar el desarrollo de software y mejorar la productividad. Sin embargo, la falta de calidad ha sido un gran desafío para los desarrolladores y las organizaciones (Al Alamin et al., 2021). Por ejemplo: la falta de recursos para realizar pruebas exhaustivas y garantizar la calidad del software desarrollado (Khorram et al., 2020); la ausencia de estándares abiertos ha dificultado evaluar, investigar y contribuir a su escalabilidad (Galhardo & Silva, 2022). Además, la ausencia de “polinización cruzada” entre desarrolladores Low-Code e investigadores de ingeniería basada en modelos (Sanchis et al., 2020).

En consecuencia, es crucial investigar este problema, debido a que se han vuelto cada vez más populares debido a su capacidad para permitir el desarrollo de aplicaciones software con un mínimo de código o nulo (Sahay et al., 2020). Y, esto ha derivado a la falta de estándares abiertos para la evaluación, la investigación y la contribución a su escalabilidad (Galhardo &

Silva, 2022). Este problema está presente en el software desarrollado por desarrolladores no profesionales, debido que estas plataformas se han convertido en una herramienta importante para la transformación digital en varias industrias (Sanchis et al., 2020; Talesra & Nagaraja, 2021), y se han desarrollado rápidamente, por lo que plataformas maduras de desarrollo Low-Code actualmente juegan un papel importante en el cumplimiento de las necesidades comerciales de las empresas. La falta de calidad en las plataformas Low-Code ha sido abordado por varios estudios, tales como: Ihirwe *et al.*, enfatizan la importancia de evaluar la calidad de las plataformas de ingeniería Low-Code y basadas en modelos para facilitar el proceso de ingeniería de los sistemas de Internet de las cosas (IoT) (Ihirwe et al., 2022). Además, Galhardo y Silva identificaron el problema de las plataformas Low-Code que siguen diferentes enfoques con lenguajes propietarios, lo cual es un desafío cuando los clientes necesitan migrar a otras tecnologías o tienen la intención de definir la especificación de sus aplicaciones de forma legible y compatible con la plataforma. manera independiente (Galhardo & Silva, 2022). Por lo tanto, se espera que el aseguramiento de calidad a través de pruebas sólidas ayude a identificar defectos y garantizar que el código de producción sea sólido en diversas condiciones de uso.

TRABAJOS RELACIONADOS

Low-Code es una tendencia en la industria del desarrollo de software que busca proporcionar a aquellos sin capacitación específica en computación herramientas fáciles de usar para crear aplicaciones o programas para satisfacer una necesidad comercial particular. En el mercado, múltiples plataformas permiten a los usuarios desarrollar soluciones de software con algún código o, en algunos casos, sin necesidad de codificación. Este artículo explora los orígenes de esta tendencia y cómo ha evolucionado, y su adopción en el desarrollo de software (Vera et al., 2022). Khorram et al. exploran las pruebas de software Low-Code, un enfoque de desarrollo que permite crear aplicaciones por medio de interfaces gráficas y componentes predefinidos en lugar de código tradicional. El estudio identifica varios desafíos en las pruebas Low-Code, como la falta de herramientas y marcos de trabajo específicos, dado que las pruebas deben adaptarse al uso de componentes predefinidos. Además, garantizar la calidad del software requiere pruebas exhaustivas debido a la complejidad de las aplicaciones. No obstante, este enfoque también ofrece oportunidades para automatizar pruebas con herramientas de generación e inteligencia artificial, acelerando los procesos y mejorando la eficiencia. Asimismo, facilita la colaboración entre equipos de desarrollo y pruebas, mejorando la calidad del software (Khorram et al., 2020).

Pin García et al. realizaron una revisión sistemática sobre el uso de la inteligencia artificial para asegurar la calidad del software. Analizaron su aplicación e impacto en diferentes etapas del ciclo de vida, incluyendo la detección de errores, la mejora de la eficiencia y la automatización de pruebas. Los resultados muestran que la inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta valiosa para garantizar la calidad del software (Pin García et al., 2020). Yan destaca que las plataformas de desarrollo de bajo o nulo código facilitan y automatizan la creación de aplicaciones sin necesidad de conocimientos profundos de programación. Además, permiten a las organizaciones desarrollar rápidamente aplicaciones personalizadas, acelerando el proceso y adaptándose a requisitos cambiantes del mercado. Así mismo, señala que este tipo de programación es una parte emergente de la ingeniería de software asistida por computadora; y presenta un análisis del estado actual de investigación de estas plataformas y una comparación entre las existentes (Yan, 2021). Soundberg et al., analizan cómo la inteligencia artificial sin código (*no-code AI*) puede democratizar el acceso y uso de IA, especialmente en empresas. El artículo destaca cómo el aprendizaje automático está transformando relaciones con clientes, diseño de productos y gestión de recursos humanos en grandes compañías. Sin embargo, se ha demostrado que las PYMES adoptan lentamente estas innovaciones, exponiéndose a perder competitividad (Sundberg & Holmström, 2023).

Chaudhary et al. proponen desarrollar aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) con plataformas de bajo código para realizar análisis en el borde de la red. Su enfoque distribuye la carga de análisis de datos entre la nube central y el borde, buscando mejorar la escalabilidad y eficiencia del sistema (Chaudhary et al., 2022). Martínez et al. diseñaron y desarrollaron una arquitectura IoT utilizando la plataforma FIWARE. Esto les permitió evaluar la calidad de aplicaciones IoT creadas con dicha plataforma y proporcionar recomendaciones para mejorarla (Martínez et al., 2018).

Por otro lado, Sahay et al. analizan y comparan plataformas de desarrollo de bajo código, modelando sus variabilidades y similitudes, para brindar soporte a su comprensión. Para lograr esto, los autores utilizan diagramas de características, una notación habitual en análisis de dominio, con el objetivo principal de estudiar las plataformas existentes (Sahay et al., 2020). Martins et al. proporcionan una visión general de cómo desarrollar una aplicación de bajo código con OutSystems. El artículo describe en detalle el proceso, explicando pasos clave como diseño de interfaz de usuario, lógica de negocio e integración con bases de datos y servicios externos. Incluyen ejemplos e ilustraciones de cada paso. También abordan desafíos comunes

como gestión de complejidad, optimización de rendimiento y seguridad, ofreciendo consejos y buenas prácticas para superarlos (Martins et al., 2020). Waszkowski presenta Aurea BPM, una plataforma de bajo código que automatiza procesos empresariales en manufactura. La plataforma desarrollar y desplegar rápidamente aplicaciones sin necesidad de código personalizado, facilitando la automatización y mejorando la eficiencia. Sin embargo, reconoce desafíos asociados como garantizar seguridad de datos e integridad de procesos, y la necesidad de capacitar a los usuarios en el uso de la plataforma (Waszkowski, 2019). ALSAADI et al. investigaron los factores que influyen en la adopción de plataformas de desarrollo de bajo código, a través de una encuesta a distintos usuarios. El objetivo fue identificar aquellos elementos que afectan su utilización. Los resultados revelaron que la experiencia previa en desarrollo, la facilidad de uso, la disponibilidad de recursos de apoyo, la satisfacción con las plataformas y la percepción de beneficios, son factores clave que impactan en la decisión de adoptar y utilizar estas herramientas. Estos hallazgos pueden guiar a desarrolladores y organizaciones interesadas, para comprender mejor qué considerar al elegir las (ALSAADI et al., 2021).

METODOLOGÍA

Se ha realizado un mapeo sistemático de la literatura considerando las pautas que se proporcionan en trabajos como los (Budgen, D.; Turner, M.; Brereton, P.; Kitchenham, 2008; Keele University, 2007; Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., Mattsson, 2008). Un mapeo sistemático es un medio para categorizar y resumir la información existente sobre una pregunta de investigación de manera imparcial. El estudio se realizó en tres etapas: Planificación, Realización y Reporte. Las actividades relacionadas con las etapas de planificación y realización de nuestro estudio de mapeo sistemático se describen en las siguientes subsecciones y la etapa de informe se presenta en la Sección Resultados.

Etapas de Planificación

En esta etapa, se han realizado las siguientes actividades con el fin de establecer un protocolo de revisión: (1) Establecimiento de la pregunta de investigación; (2) Definición de la estrategia de búsqueda, (3) Selección de estudios primarios, (4) Evaluación de la calidad, (5) Definición de la estrategia de extracción de datos y (6) Selección de métodos de síntesis. Cada uno de ellos se explica en detalle a continuación.

Pregunta de investigación

El objetivo de este estudio es examinar el uso actual de las estrategias para abordar la falta de calidad en las aplicaciones desarrolladas mediante plataformas Low-Code desde el punto de vista de la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuáles son las características y desafíos específicos de las plataformas de desarrollo Low-Code desde la perspectiva de los profesionales y desarrolladores de software?* Dado que nuestra pregunta de investigación es demasiado amplia, se ha descompuesto en sub-preguntas más detalladas: **RQ1.** ¿Cuáles son los principales factores que contribuyen a la falta de calidad en las aplicaciones Low-Code? **RQ2.** ¿Qué métodos y herramientas existen para evaluar la calidad de las aplicaciones Low-Code? **RQ3.** ¿Qué estrategias se han implementado para mejorar la calidad de las aplicaciones Low-Code?.

Estrategia de búsqueda

Primero se buscó estudios primarios en: IEEEExplore, ACM DL, Springer Link y Science Direct. Sin embargo, los resultados contenían múltiples inconsistencias, por ejemplo, en IEEEExplore, al agregar un OR a la consulta redujo el número de resultados. Aunque los términos de búsqueda se presentaron en sus resúmenes, ACM DL y Science Direct omitieron algunos documentos. Por lo tanto, se optó por Google Académico ya que proporciona amplia cobertura de diferentes fuentes electrónicas (Martín-Martín et al., 2021), y como recomendado por la Universidad de Keele (Keele University, 2007) y se llevó a cabo por Landman et al. (Landman et al., 2017) y Botto-Tobar et al., (Botto-Tobar et al., 2022).

Para realizar la búsqueda automática de las bibliotecas digitales seleccionadas, se utilizó la cadena de búsqueda (ver **Tabla 13**). Se llevó a cabo en julio de 2023, y el período revisado incluyó estudios publicados desde 2018 a 2023 (inclusive).

Selección de estudios primarios

Cada estudio fue evaluado para decidir su inclusión o no (considerando el título, resumen y palabras clave). Se incluyeron los estudios que cumplieron con al menos uno de los siguientes criterios de inclusión: (1) Trabajos que presentaran estrategias para abordar la falta de calidad en las aplicaciones desarrolladas mediante plataformas Low-Code. (2) Artículos que presenten ejemplos o estudios empíricos (por ejemplo, casos de estudio, experimentos) sobre estrategias para abordar la falta de calidad en las aplicaciones desarrolladas mediante plataformas Low-Code.

Tabla 13. Cadena de búsqueda aplicada.

Concepto o vértice	Términos alternativos o sinónimos	
Plataformas Low-Code	("Low-Code" OR "low code")	AND
Proceso de desarrollo	("mejores prácticas" OR enfoques)	AND
Competencias y capacitación	(competencias OR capacidades) AND capacitación	

Se excluyeron los estudios que cumplieron al menos uno de los siguientes criterios de exclusión:

- Artículos introductorios para números especiales, libros o talleres.
- Informes duplicados del mismo estudio en diferentes fuentes.
- Trabajos con menos de cinco páginas.
- Trabajos no escritos en español.

Síntesis. Se aplicaron métodos de síntesis tanto cuantitativos como cualitativos. La síntesis cuantitativa se basó en:

- Contar los estudios primarios que se clasifican en cada respuesta de nuestras subpreguntas de investigación.
- Contar el número de artículos encontrados en cada fuente bibliográfica por año.

La síntesis cualitativa se basa en la inclusión de varios estudios representativos para cada criterio considerando los resultados de la evaluación de la calidad.

Etapas de Realización

La aplicación del protocolo de revisión resultó en los siguientes resultados preliminares (ver Tabla 2): Por lo tanto, se seleccionaron un total de 13 trabajos de investigación de acuerdo con los criterios de inclusión.

Tabla 2. Resultados de la etapa de realización.

Fuente	Estudios Potenciales	Estudios Seleccionados
Google Académico	73	13

RESULTADOS

Los resultados generales, que se basan en el recuento de los estudios primarios que se clasifican en cada una de las respuestas a nuestras sub-preguntas de investigación, se presentan en la Tabla 3. Los documentos incluidos que se citan en esta sección como [SXX] se refieren al Apéndice A.

Tabla 3. Resultados del mapeo sistemático.

Sub-preguntas de investigación	Resultados	
	# Estudios	Porcentaje (%)
¿Cuáles son los principales factores que contribuyen a la falta de calidad en las aplicaciones Low-Code?	3	23%
¿Qué métodos y herramientas existen para evaluar la calidad de las aplicaciones Low-Code?	3	23%
¿Qué estrategias pueden ser implementadas para mejorar la calidad de las aplicaciones Low-Code?	7	54%

RQ1. ¿Cuáles son los principales factores que contribuyen a la falta de calidad en las aplicaciones Low-Code?

Santos et al., destacó la falta de experiencia en desarrollo de software, las limitaciones de las plataformas Low-Code, falta de pruebas exhaustivas, y además la dependencia de componentes predefinidos (Santos, 2023). Vaello Peláez menciona que el análisis estático del código generado por la plataforma Low-Code implica revisar el código fuente para identificar posibles problemas de calidad, como código redundante, falta de modularidad o violaciones de buenas prácticas de programación (Vaello Peláez, 2023).

Por otro lado, las limitaciones del análisis dinámico puro en la generación de modelos para aplicaciones de código bajo pueden resultar en modelos incompletos, lo que puede afectar la

calidad del código generado. Y la falta de conocimiento de las mejores prácticas de desarrollo de aplicaciones, la respuesta insuficiente de la gerencia y la falta de acceso a datos de salud de calidad también se identifican como factores que contribuyen a la falta de calidad en varios dominios; así mismo, enfatiza la importancia de la capacitación y la adaptación continua para los desarrolladores tradicionales en este nuevo entorno de desarrollo de aplicaciones (Vera et al., 2022). Además, la falta de experiencia en desarrollo de software, las limitaciones de las plataformas Low-Code, la falta de pruebas adecuadas, la dependencia de componentes predefinidos y la falta de control sobre el código subyacente son algunos de los factores que pueden contribuir a la falta de calidad en las aplicaciones Low-Code (Arévalo, 2022).

RQ2. ¿Qué métodos y herramientas existen para evaluar la calidad de las aplicaciones Low-Code?

Santos et al. destacan las ventajas de las plataformas de bajo y sin código para la ingeniería de software, ya que aceleran el desarrollo de aplicaciones y lo vuelven más accesible a diversos perfiles de desarrolladores. Además, mencionan que para la evaluación de la calidad de estas aplicaciones existen estrategias como pruebas de funcionalidad, rendimiento y seguridad, así como revisiones de código son estrategias usadas para la evaluación de la calidad en aplicaciones (Santos, 2023).

Arévalo et al. abordan la falta de calidad de aplicaciones Low-Code con Automasoft, una solución de inteligencia artificial y aprendizaje automático que permite a usuarios sin programación crear software de calidad. La plataforma Automasoft busca mejorar la calidad al generar automáticamente código de calidad a partir de especificaciones de alto nivel proporcionadas por los usuarios (Arévalo, 2022).

Además, Vera et al., analizó el impacto de las plataformas de desarrollo de bajo código y sin código en el futuro de los desarrolladores de software, y destacó los beneficios y desafíos asociados con estas plataformas y explora cómo están cambiando la forma en que se desarrollan las aplicaciones de software mediante la combinación de métodos y herramientas que permiten evaluar y mejorar la calidad de las aplicaciones desarrolladas con plataformas Low-Code (Vera et al., 2022).

RQ3. ¿Qué estrategias pueden ser implementadas para mejorar la calidad de las aplicaciones Low-Code?

Vaello Peláez et al., destacan realizar pruebas exhaustivas, implementar buenas prácticas de desarrollo, fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos (Vaello Peláez, 2023). Otras estrategias que se pueden implementar: Cardona Puig et al. analizan cómo la combinación de robótica e inteligencia artificial puede transformar procesos empresariales, mejorando eficiencia y productividad. En ese contexto, destacan beneficios y desafíos de esta tecnología, proporcionando ejemplos de aplicación en distintos sectores (Cardona Puig, 2023). Pedroti et al., aborda el problema de la falta de calidad de las aplicaciones Low-Code al proponer el desarrollo de una aplicación utilizando la tecnología Manutenção 4.0 con el objetivo de reducir el tiempo de mantenimiento (Pedroti, 2023). Marceaux et al., aborda el uso del video 360 interactiva en la formación por simulación clínica en enfermería, destacando sus beneficios potenciales, limitaciones y desafíos (Marceaux et al., 2023). Beltrán Marco et al., indicaron que realizar el diseño a mano alzada sobre una pizarra o hoja de papel y que, mediante el sistema desarrollado en este TFG/TFM, automáticamente se genere el código correspondiente. Se utilizarán técnicas de Deep Learning y de visión tradicional para lograr este objetivo (Beltrán Marco, 2023).

Así mismo, Casas et al., aborda el problema de la selección de una plataforma de integración de IPaaS y propone una metodología basada en el proceso analítico jerárquico para comparar y evaluar diferentes opciones (Casas et al., 2022). Cavallé Guzman et al., proporciona recomendaciones y pautas para implementar con éxito un plan de marketing digital basado en la inteligencia artificial en la empresa Shimoku. (Cavallé Guzman, 2022); y Díaz et al., destaca el potencial de las plataformas de videojuegos como una herramienta para la educación inicial en programación. (Díaz et al., 2022)

Además, establecer estándares de calidad, esto es, definir estándares de calidad claros y medibles para las aplicaciones desarrolladas con plataformas Low-Code puede ayudar a garantizar que se cumplan los requisitos de calidad y que se sigan las mejores prácticas de desarrollo (Arévalo, 2022).

CONCLUSIONES

Este estudio presenta un mapeo sistemático de la literatura sobre cómo los investigadores y profesionales enfrentan la falta de calidad en aplicaciones Low-Code. A través de este método se analizó el estado del arte, identificando temas abiertos mediante el análisis de evidencias en 13 estudios primarios.

A través de las respuestas encontradas en una pregunta de investigación y tres sub-preguntas de investigación, fue posible identificar evidencias que apuntan al establecimiento de normas para abordar la falta de calidad en las aplicaciones Low-Code. Los principales hallazgos de nuestro estudio son:

- La falta de experiencia en desarrollo de software, limitaciones de las plataformas Low-Code, falta de pruebas exhaustivas, y dependencia de componentes predefinidos son algunos de los factores que inciden en la calidad de las aplicaciones Low-Code.
- Algunas normas, estándares y directrices de desarrollo son para garantizar la consistencia y la calidad en todas las aplicaciones desarrolladas con plataformas Low-Code.
- Los resultados logrados por este estudio de mapeo ayudarán a desarrollar nuevos frentes de investigación en el desarrollo de aplicaciones Low-Code.

APÉNDICE A

Listado de trabajos seleccionados.

S01. Santos, P. B. dos. (2023). *Engenharia sem código: as vantagens da linguagem low-code e no-code*.

S02. Cardona Puig, E. (2023). *Automatización robótica de procesos con inteligencia artificial*. Universitat Politècnica de Catalunya.

S03. Vilca Apaza, D. Y., & Astudillo Maguiña, C. A. (2023). *Sistema web para la difusión de información en el área de Registros Civiles de la RENIEC, 2023*.

S04. Pedroti, R. P. (2023). *Manutenção 4.0: Desenvolvimento de aplicativo com a finalidade de reduzir o tempo da manutenção*.

S05. Marceaux, J., Servotte, J.-C., & Pilote, B. (2023). Utilisation de la vidéo 360 interactive pour la formation par simulation clinique en santé: Potentiels, limites et enjeux dans le cadre de la formation en soins infirmiers. *Médiations et Médiatisations*, 15, 175–184.

S06. Vaello Peláez, J. (2023). *Análisis comparativo de costes de migraciones de sistemas de información tradicionales a entornos cloud*.

S07. Beltrán Marco, R. (2023). *Diseño rápido de páginas web mediante dibujo a mano alzada*.

S08. Vera, C. G. M., Vicente, M. V. O., Vera, I. L. A., Alexander, M. V. A., & Vera, H. F. B. (2022). Low/No-code development platforms and the future of software developers. *Minerva*, 1(Special), 21–33.

S09. Arévalo, J. P. (2022). Automasoft: desarrollo de software para no desarrolladores. *CAOBA Express*.

S10. Herráiz Montalvo, C. I. (2022). *Análisis de pulsera inteligente para la detección de estados afectivos mediante aprendizaje no supervisado sobre series temporales*.

S11. Casas, S., Cruz, D., Vidal, G., & Constanzo, M. (2022). El portal de integración de IPaaS: propuesta de comparación aplicando el proceso analítico jerárquico. *Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE 2022)-JAIHO 51 (Modalidad Virtual y Presencial (UIA), Octubre 2022)*.

S12. Cavallé Guzman, S. (2022). *Plan de marketing digital de Shimoku: hacia la era de la inteligencia artificial*.

S13. Díaz, J., Bustamante, A., Ramírez V, G. M., & Hochstetter, J. (2022). Video Games Platforms: A Gateway to New Trends for Initial Programming Education. *Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC, 2022-Novem*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SCCC57464.2022.10000326>

REFERENCIAS

Al Alamin, M. A., Malakar, S., Uddin, G., Afroz, S., Haider, T. Bin, & Iqbal, A. (2021). An Empirical Study of Developer Discussions on Low-Code Software Development Challenges. *2021 IEEE/ACM 18th International Conference on Mining Software Repositories (MSR)*, 46–57. <https://doi.org/10.1109/MSR52588.2021.00018>

ALSAADI, H. A., RADAIN, D. T., ALZHRANI, M. M., ALSHAMMARI, W. F.,

- ALAHMADI, D., & FAKIEH, B. (2021). Factors that affect the utilization of low-code development platforms: survey study. *Romanian Journal of Information Technology & Automatic Control/Revista Român{u{a}} de Informatic{u{a}} Şi Automatic{u{a}}*, 31(3).
- Arévalo, J. P. (2022). Automasoft: desarrollo de software para no desarrolladores. *CAOBA Express*.
- Beltrán Marco, R. (2023). *Diseño rápido de páginas web mediante dibujo a mano alzada*.
- Botto-Tobar, M., van den Brand, M. G. J., & Serebrenik, A. (2022). Cross-Language Plagiarism Detection: Methods, Tools, and Challenges: A Systematic Review. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(2), 589–599.
- Budgen, D.; Turner, M.; Brereton, P.; Kitchenham, B. (2008). Using Mapping Studies in Software Engineering. In *Proceedings of PPIG 2008* (pp. 195–204). Lancaster University.
- Cardona Puig, E. (2023). *Automatización robótica de procesos con inteligencia artificial*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Casas, S., Cruz, D., Vidal, G., & Constanzo, M. (2022). El portal de integración de IPaaS: propuesta de comparación aplicando el proceso analítico jerárquico. *Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE 2022)-JAIIO 51 (Modalidad Virtual y Presencial (UIA), Octubre 2022)*.
- Cavallé Guzman, S. (2022). *Plan de marketing digital de Shimoku: hacia la era de la inteligencia artificial*.
- Chaudhary, H. A. A., Guevara, I., John, J., Singh, A., Margaria, T., & Pesch, D. (2022). Low-code internet of things application development for edge analytics. *IFIP International Internet of Things Conference*, 293–312.
- Díaz, J., Bustamante, A., Ramírez V, G. M., & Hochstetter, J. (2022). Video Games Platforms: A Gateway to New Trends for Initial Programming Education. *Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC, 2022-Novem*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SCCC57464.2022.10000326>
- Galhardo, P., & Silva, A. R. da. (2022). Combining Rigorous Requirements Specifications with Low-Code Platforms to Rapid Development Software Business Applications. *Applied Sciences*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/app12199556>

- Herráiz Montalvo, C. I. (2022). *Análisis de pulsera inteligente para la detección de estados afectivos mediante aprendizaje no supervisado sobre series temporales*.
- Heuer, M., Kurtz, C., & Böhmman, T. (2022). *Towards a governance of low-code development platforms using the example of microsoft powerplatform in a multinational company*.
- Ihirwe, F., Di Ruscio, D., Gianfranceschi, S., & Pierantonio, A. (2022). Assessing the Quality of Low-Code and Model-Driven Engineering Platforms for Engineering IoT Systems. *2022 IEEE 22nd International Conference on Software Quality, Reliability and Security (QRS)*, 583–594. <https://doi.org/10.1109/QRS57517.2022.00065>
- Keele University. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE* (Issue EBSE 2007-001).
- Khorram, F., Mottu, J.-M., & Sunyé, G. (2020). Challenges & Opportunities in Low-Code Testing. *Proceedings of the 23rd ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems: Companion Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3417990.3420204>
- Landman, D., Serebrenik, A., & Vinju, J. J. (2017). Challenges for static analysis of java reflection-literature review and empirical study. *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering (ICSE)*, 507–518.
- Marceaux, J., Servotte, J.-C., & Pilote, B. (2023). Utilisation de la vidéo 360 interactive pour la formation par simulation clinique en santé: Potentiels, limites et enjeux dans le cadre de la formation en soins infirmiers. *Médiations et Médiatisations*, 15, 175–184.
- Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E., & López-Cózar, E. D. (2021). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: a multidisciplinary comparison of coverage via citations. In *Scientometrics* (Vol. 126, Issue 1, pp. 907–908). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03792-z>
- Martínez, A., Onofre, H., Estrada, H., Torres, D., & Maquinay, O. (2018). Diseño y desarrollo de una arquitectura IoT en contexto con la plataforma FIWARE. *Research in Computing Science*, 147(8), 95–106. <https://doi.org/10.13053/racs-147-8-7>
- Martins, R., Caldeira, F., Sa, F., Abbasi, M., & Martins, P. (2020). An overview on how to develop a low-code application using OutSystems. *2020 International Conference on*

Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics (ICSTCEE), 395–401.

- Pedroti, R. P. (2023). *Manutenção 4.0: Desenvolvimento de aplicativo com a finalidade de reduzir o tempo da manutenção*.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE)*, 68–77.
- Pin García, L. J., Toala Zambrano, M. M., & Álava Cruzatty, J. E. (2020). LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CALIDAD DEL SOFTWARE: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*. ISSN 2602-8166, 4(1), 75–86. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v4.n1.2020.208>
- Sahay, A., Indamutsa, A., Di Ruscio, D., & Pierantonio, A. (2020). Supporting the understanding and comparison of low-code development platforms. *2020 46th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, 171–178. <https://doi.org/10.1109/SEAA51224.2020.00036>
- Sanchis, R., García-Perales, Ó., Fraile, F., & Poler, R. (2020). Low-Code as Enabler of Digital Transformation in Manufacturing Industry. *Applied Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/app10010012>
- Santos, P. B. dos. (2023). *Engenharia sem código: as vantagens da linguagem low-code e no-code*.
- Sundberg, L., & Holmström, J. (2023). Democratizing artificial intelligence: How no-code AI can leverage machine learning operations. *Business Horizons*.
- Talesra, K., & Nagaraja, G. S. (2021). Low-code platform for application development. *International Journal of Applied Engineering Research*, 16(5), 346–351.
- Vaello Peláez, J. (2023). *Análisis comparativo de costes de migraciones de sistemas de información tradicionales a entornos cloud*.
- Vera, C. G. M., Vicente, M. V. O., Vera, I. L. A., Alexander, M. V. A., & Vera, H. F. B. (2022). Low/No-code development platforms and the future of software developers. *Minerva*, 1(Special), 21–33.
- Vilca Apaza, D. Y., & Astudillo Maguiña, C. A. (2023). *Sistema web para la difusión de información en el área de Registros Civiles de la RENIEC, 2023*.

- Waszkowski, R. (2019). Low-code platform for automating business processes in manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 376–381.
- Yan, Z. (2021). The impacts of low/no-code development on digital transformation and software development. *ArXiv Preprint ArXiv:2112.14073*.

Diseño de una propuesta de marketing de servicio al cliente para una institución de educación superior pública en el Ecuador

Design of a customer service marketing proposal for a public higher education institution in Ecuador

Ambar Guerrero-Ochoa¹

¹ Universidad Central del Ecuador, ambarguerrero25@gmail.com, Quito, Ecuador

Autor para correspondencia: ambarguerrero25@gmail.com

Fecha de recepción: septiembre 2023

Fecha de aceptación: diciembre 2023

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la percepción del servicio recibido por los estudiantes para diseñar una propuesta de marketing de servicio al cliente para una institución de educación superior en el Ecuador, para lo cual se efectuó una revisión literaria para obtener fundamentos claros sobre el servicio al cliente, y con la aplicación de la metodología SERVQUAL con sus respectivas dimensiones y atributos, se realizó una encuesta online a 284 estudiantes sobre la percepción de la calidad del servicio recibido por parte de los colaboradores de la institución. Los resultados de este estudio evidenciaron la insatisfacción de los estudiantes por la infraestructura, materiales publicitarios, tiempos de respuesta, empatía por sus emociones y necesidades actuales. Por lo tanto, es importante que la institución considere implementar una gestión de relaciones con el cliente, que analice y evalúe la percepción del servicio académico y administrativo que se está ofreciendo con la finalidad de mejorar constantemente para crear pertenencia y fidelidad en los estudiantes a través de un buen servicio al cliente, y para competir en el mercado de la educación superior.

Palabras clave: Cliente, Servicio al cliente, Gestión de relaciones con el cliente, SERVQUAL.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the perception of the service received by students to design a customer service marketing proposal for a higher education institution in Ecuador, for which a literary review was carried out to obtain clear foundations about the customer service, and with the application of the SERVQUAL methodology with its respective dimensions and attributes, an online survey was conducted with 284 students on the perception of the quality of the service received by the institution's collaborators. The results of this study evidenced students' dissatisfaction with the infrastructure, advertising materials, response times, and empathy for their current emotions and needs. Therefore, it is important that the institution consider implementing customer relationship management, which analyzes and evaluates the perception of the academic and administrative service that is being offered to constantly improve to create belonging and loyalty in the students through good customer service, and to compete in the higher education market.

Key words: Customer, Customer service, Customer relationship management, SERVQUAL.

INTRODUCCIÓN

(Correia & Miranda, 2012) manifiestan que la gestión universitaria, específicamente en el desempeño de una secretaría universitaria debe mejorar la calidad del servicio administrativo prestado atendiendo principalmente la calidad global y la satisfacción del usuario y realizar sus tareas sin errores, además se debe mejorar los conocimientos del personal de secretaría necesarios para resolver las cuestiones que les planteen los usuarios.

Por otro lado, el marketing de servicio es de vital importancia para la gestión empresarial, al considerar que la calidad del servicio posibilita obtener un estatus académico en la educación superior, donde el usuario, es decir el estudiante se considere parte de la producción (Villalba, 2013).

Además, la calidad percibida en la educación superior por parte de los clientes se convierte en un instrumento de análisis al permitir develar que es lo importante desde la perspectiva de los estudiantes y al confrontarlas saber cuáles son las debilidades y fortalezas de la universidad con el fin de que los directivos entren a gestionar sobre dichos aspectos (Duque & Chaparro, 2017).

En lo que respecta a la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, aplicó un sistema de gestión de calidad pudo contribuir, de manera significativa, a la mejora de sus procesos para garantizar el cumplimiento de su misión social y posibilitó establecer las prioridades y las acciones a realizar en los diferentes programas de formación del profesional, desde un sistema único, que posibilita la toma de decisiones en cada nivel de dirección (López, Díaz y González, 2016).

En cambio la Universidad de los Lagos Osorno en Chile implementó el cuadro de mando integral (balanced scorecard), y concluyó que esta herramienta de gestión empresarial facilita la certera toma de decisiones en el campo de la Educación Superior descifrando, constantemente, la salud financiera y organizacional de la universidad (García, 2014).

En las instituciones de educación superior pública en el Ecuador, se observa una insatisfacción en la atención al cliente, debido a que los tiempos de respuesta a los procesos y/o trámites no es óptimo y falta de capacitación a los administrativos, técnicos de laboratorio, docentes y técnicos docentes en temas relacionados a su lugar de trabajo, también se evidencia la escasez de empoderamiento con la marca de la organización, estos factores hacen que la organización no esté dando un buen servicio al cliente tanto internos como externos, debido a la deficiente

gestión administrativa. Dicho esto, se plantea el diseño de una propuesta de marketing de servicio al cliente, fortalecerá los procesos de gestión administrativa de la organización.

La institución de educación superior pública en el Ecuador tiene una larga trayectoria, pero en la actualidad en el ámbito administrativo no ha diseñado un plan de marketing de servicio al cliente, con un enfoque de mejora en la calidad de atención y servicios prestados tanto a docentes como estudiantes.

El objetivo de este estudio es determinar la percepción del servicio recibido por los estudiantes para diseñar una propuesta de marketing de servicio al cliente para una institución de educación superior en el Ecuador.

(Grupo Edebe, 2012) define que el cliente es toda persona física o jurídica que compra un producto o recibe un servicio, genera rentabilidad y mantiene una relación comercial con la empresa. Existen dos tipos de clientes internos y externos, detallados a continuación:

- Internos son los colaboradores que tienen relación de dependencia con la institución de educación superior, es decir docentes, administrativos y personal de limpieza.
- Externos son los estudiantes, proveedores y todos los individuos, referencias, familia y cultura.

Por otro lado, el servicio al cliente es el conjunto de estrategias que una compañía diseña para satisfacer, mejor que sus competidores, las necesidades y expectativas de sus clientes, (Osorio, 2015). Además, las características de un servicio al cliente son: intangible, perecedero e integral (Serna, 2006).

De igual manera, (Couso, 2005) sostiene que un servicio al cliente debe ser proactivo anticipándose a las necesidades del cliente y reactivo al solucionar de forma rápida los problemas que pueden presentarse. Por otro lado, la institución debe enfocarse en conseguir la máxima satisfacción del estudiante atendiendo todo tipo de reclamaciones y en el servicio de post venta. También, hay que considerar la oferta creciente de carreras que brinda el mercado de las instituciones que ofrecen un título de tercer nivel, porque el estudiante tiene muchas alternativas disponibles a la hora de elegir una institución para estudiar; y por el lado de la demanda, existe un estudiante más informado y exigente.

Por tal razón, las instituciones deben ser más competitivas en tres aspectos: en el servicio que ofrece, las relaciones para conseguir la fidelización y en el valor añadido. En este contexto, el

servicio al cliente es una herramienta estratégica de marketing, que busca minimizar errores, conservar y atraer clientes, y establecer un sistema de mejora continua.

(Ccapa et al., 2020) mencionan que las vías que utilizan las empresas para brindar un servicio al cliente son: el contacto directo o personal y el contacto indirecto o electrónico.

Así mismo, un elemento importante para ofrecer un servicio al cliente son las instalaciones de la empresa, las cuales deben brindar una agradable estadía al estudiante. Por otro lado, las expectativas que el estudiante mide son: la empatía, la seguridad, la confiabilidad y la responsabilidad por parte de los colaboradores, además, el estudiante busca atención personalizada y sentirse importante al momento que está recibiendo el servicio (Osorio, 2015).

También, hay que considerar los momentos de la verdad que son todos los instantes en donde el cliente y la empresa entran en contacto, este es el momento en el cual el cliente se forma una idea de la empresa, de la calidad del servicio, es decir, todo dependerá del manejo de esa interacción entre el cliente y el colaborador, sea positiva para ambos, y, por lo tanto, ganar o retener al cliente. Por el contrario, si el cliente experimenta un momento de la verdad negativo, lo asociará con una mala calidad de servicio, y, por lo tanto, se pierde al cliente (Normann, 1991).

Además, las actitudes que determinan un mal servicio son la indiferencia, la apatía, el desinterés, la frialdad, la rigidez, la negligencia, el abuso y los olvidos por parte de los colaboradores (Carlzon, 1991). En conclusión, del trato que recibe el estudiante en todos los momentos de la verdad dependerá su pertenencia, lealtad y fidelidad hacia la institución.

Por otro lado, se tiene el Customer relationship management (CRM), que es la gestión de las relaciones con el cliente, identificando y diferenciando sus necesidades, interactuando con los clientes y personalizando el servicio, con el objetivo de retener y fidelizar al cliente (Brunetta, 2014). Actualmente, la institución no cuenta con una herramienta de gestión que permita valorar la relación entre los estudiantes y colaboradores con énfasis en las emociones, sentir y pensar de los estudiantes con relación al servicio académico y administrativo prestado.

(Huete & Pérez, 2001) señalan que la implementación de un proceso conlleva a la transformación de todos los puntos de la empresa, como la estructura, los sistemas de información, los colaboradores y la cultura de la empresa, es decir, mejora los procesos que se

requieren y los recursos económicos y humanos que se necesitan para el cumplimiento de los objetivos de la institución.

(González et al., 2013) señalan que se debe considerar la medición del servicio al cliente interno: docentes, técnicos docentes, administrativos y personal de servicio, al realizar sus actividades; y la medición del servicio al cliente externo: los estudiantes, al recibir el servicio académico. En conclusión, estas mediciones permiten a la institución mejorar constantemente, para satisfacer las necesidades actuales de los estudiantes con relación a su formación académica, e incluyendo la atención personalizada por parte de todos los colaboradores.

Con respecto a la gestión de calidad se debe considerar que cuando una institución ofrece un servicio, éste es intangible para el estudiante porque se valora el desempeño y comportamiento de los colaboradores, razón por la cual se debe contar con colaboradores capacitados y con habilidades para manejar los diferentes tipos de clientes con empatía, generando satisfacción en el cliente, es decir el colaborador es el representante final de la institución, debido a que de él depende la fidelización que genera en el cliente. Por otro lado, un cliente satisfecho mide el tiempo de entrega, la flexibilidad, la disponibilidad, actitudes y conductas, respuestas a fallas y la asistencia técnica (Gutiérrez, 2010).

En cuanto, a la calidad de un servicio tiene un impacto directo en las empresas, porque influye en el aumento de la retención de los clientes, genera relaciones rentables, aumenta las referencias, reduce la sensibilidad de los precios, incrementa la motivación y reduce la rotación de personal; desde una perspectiva de marketing, la calidad debe ser excelente en el diseño, alcanzando o excediendo las expectativas del cliente (Fernández & Bajac, 2018). Es decir, la calidad del servicio está ligado con la cultura organizacional de la institución, porque un colaborador motivado que se siente parte de la institución atiende de la mejor manera al estudiante.

(Cabana et al., 2016) señalan que para una fidelización de un estudiante se requiere que el estudiante este satisfecho con la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es decir, que las instituciones de educación superior deben enfocarse en ofrecer un servicio de calidad tanto en los procesos de enseñanza-aprendizaje como en los procesos administrativos, ya que hoy en día las instituciones se diferencian por el servicio académico y administrativo que brindan a los estudiantes.

(Mendoza-Briones, 2017) señala que la innovación es el resultado de un cambio inevitable de una nueva teoría o paradigma de la administración en reemplazo de las viejas formas, que siendo aún aplicables merecen ser reestructuradas y exigen transformaciones constantes frente a la exigencia del mercado, ya que la globalización impacta la configuración económica, social, política y cultural. (Cárdenas et al., 2017) concluye en su artículo que la gestión administrativa en una institución de educación superior tiene relación con el desarrollo de proyectos de innovación, porque no es solo implementar el uso de la tecnología en el área académica, sino también integrar al área administrativa, atendiendo las demandas actuales de la sociedad y cumplir con los estándares de calidad. Es decir, una gestión administrativa y académica van de la mano en todo proceso de innovación, considerando a la innovación como todo proceso de transformación, adaptabilidad al cambio tanto para los estudiantes como para los colaboradores, y mejora continua de la institución.

La institución de educación superior pública del Ecuador es una entidad pública, que depende de la asignación presupuestaria del Estado anualmente, y de la nómina de estudiantes bachilleres otorgados semestralmente por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), en virtud de los cupos asignados para cada carrera. Es decir, que los nuevos clientes que son los estudiantes que ingresan por primera vez a la institución, así como para los estudiantes que se encuentran cursando una carrera, debe generarse una experiencia positiva, tanto en el servicio académico y administrativo, con la finalidad de crear pertenencia, lealtad y fidelidad con la marca de la institución.

Por otro lado, la calidad del servicio académico ofrecido debe superar las expectativas de los estudiantes, misma que debe enfocarse en satisfacer las necesidades actuales de los estudiantes, es decir, las carreras deben innovar continuamente, en la forma de hacer las cosas mejor que sus competidores y en formar profesionales con un valor añadido que le diferencie de los demás profesionales de las otras instituciones de educación superior pública o privada.

También, todos los colaboradores deben ser personas comprometidas con la institución, y, capacitadas para brindar un buen servicio al estudiante, partiendo desde el trato amable hasta la predisposición para realizar el trabajo de forma eficiente, eficaz y efectiva. Además, es importante fomentar la relación con los estudiantes (CRM), enfocándose en la fidelización a través de las emociones, con el objetivo de posicionarse en el corazón y mente del estudiante. Por otro lado, un estudio continuo de las necesidades no satisfechas permite analizar los campos

o áreas que se tienen que potenciar para continuar creando diferenciación, y las que se tienen que reestructurar para hacer las cosas mejor que la competencia. Así mismo, los canales y vías de contacto deben ser personalizados y con un diseño amigable que optimicen procesos y pasos para los estudiantes y los colaboradores. Finalmente, la cadena de suministro debe trabajar de forma conjunta y no de forma aislada porque cada área aporta con información para crear un buen servicio al cliente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología a utilizarse es la de (Parasuraman et al., 1988) porque es un estudio explicativo en donde la investigación está orientada a realizar un estudio de calidad del servicio académico que reciben los estudiantes, por lo tanto, se aplicará la técnica de investigación cualitativa, con el desarrollo de encuestas que serán tomadas a una muestra de estudiantes de la institución, con un enfoque en la medición de la satisfacción de la calidad del servicio percibido por el estudiante, comprender la realidad social del entorno y describir los fenómenos que causan la insatisfacción de los estudiantes, para proponer procesos de mejora continua que contribuyan con la institución.

Para la elaboración de la encuesta se plantearon preguntas en la escala del 1 al 5, con las 5 dimensiones de la calidad del servicio con sus respectivos atributos.

(Aguilar-Barojas, 2005; Badii et al., 2017; Correia & Miranda, 2012) seleccionan para sus estudios la fórmula para calcular la muestra siendo de tipo cualitativo, conociendo el tamaño del universo o población a ser estudiado, que a continuación se detalla:

$$n = \frac{NZ^2p(1-p)}{d(N-1) + Z^2(1-p)q}$$

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población.

Z = valor crítico.

p = proporción aproximada del fenómeno.

d = error muestral.

El modelo SERVQUAL (Parasuraman et al., 1988) sirve para medir la calidad del servicio prestado y la percepción del cliente, con las siguientes dimensiones detalladas a continuación:

- Tangibilidad: involucra el soporte físico, equipamiento y apariencia del personal.
- Fiabilidad: es la habilidad para prestar el servicio prometido en forma fiable y precisa.

- Capacidad de respuesta: es la voluntad y predisposición con la que se ayuda a los clientes y se les provee de un servicio oportuno.
- Seguridad: es el conocimiento y la cortesía de los colaboradores, así como con su habilidad para inspirar confianza.
- Empatía: es la atención esmerada y personalizada que la empresa presta a sus clientes.

Tabla 1. Nivel de Confianza

Nivel de Confianza %	Z	% Error Muestral
99	2.58	1
95	1.96	5
90	1.65	10

Fuente: (Webster, 2000)

Elaborado por: Ambar Guerrero

(Webster, 2000) sugiere utilizar un nivel de confianza del 95%, con un factor crítico obtenido de las tablas de la distribución normal de 1.96, un error muestral del 5% y un $p = 0.5$ para maximizar el valor de n . Además, debido a la factibilidad de recolección de datos mediante encuestas on line en época de pandemia, se ha considerado realizar el estudio a una población que es igual a 1080 estudiantes de una facultad específica, tomando en cuenta que los procesos académicos y administrativos en las facultades son los mismos, entonces la muestra será igual a 284 estudiantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la encuesta realizada.

Tangibilidad del Servicio Recibido

Con relación a la dimensión de la tangibilidad del servicio proporcionado por la institución de educación superior, se puede evidenciar en los resultados obtenidos, el porcentaje de estudiantes que están de acuerdo y totalmente de acuerdo con los ítems de la tangibilidad, el 42,6% perciben que los equipos de la institución son de apariencia moderna, el 38,8% perciben que las instalaciones físicas son visualmente atractivas, el 81,9% perciben que los docentes,

tienen apariencia pulcra, el 81,8% perciben que los administrativos y personal de servicio tienen apariencia pulcra, y el 58,7% perciben que los folletos o revistas informativas son visualmente atractivos.

Es decir, en lo que respecta a los equipos utilizados, material informativo y a la infraestructura de la institución como, por ejemplo: fachada, aulas, iluminación, sanitarios y oficinas, los estudiantes no están satisfechos completamente con la imagen visual; por otro lado, perciben la buena presencia en la forma de vestir de los colaboradores de la institución.

Fiabilidad del servicio recibido

Con relación a la dimensión de la fiabilidad del servicio proporcionado por la institución de educación superior, se puede evidenciar en los resultados obtenidos, el porcentaje de estudiantes que están de acuerdo y totalmente de acuerdo con los ítems de la fiabilidad, el 40,1% sienten que la institución cumple lo que promete en el tiempo establecido, el 41,3% sienten que la institución muestra interés por sus problemas, el 63,2% sienten que la primera vez recibieron un buen servicio académico, el 67% sienten que la primera vez recibieron un buen servicio administrativo, el 54,2% sienten que la institución concluyó el servicio administrativo en el tiempo prometido, y el 24,4% sienten que la institución ha cometido errores con ellos.

En otras palabras, los estudiantes no están satisfechos completamente con respecto al cumplimiento de los tiempos de entrega del servicio académico, y al cumplimiento de los tiempos prometidos del servicio administrativo; por otro lado, la mayoría de los estudiantes en su primera interacción con la institución sintieron un momento de la verdad positivo en el servicio administrativo y académico, sin embargo, existe un porcentaje de estudiantes que sienten que la primera vez no fueron bien atendidos, además, hay que considerar que hay estudiantes que sienten que la institución no se preocupa por sus problemas, y finalmente, un bajo porcentaje de estudiantes opinan que la institución ha cometido errores con ellos.

Capacidad de respuesta

Con relación a la dimensión capacidad de respuesta del servicio proporcionado por la institución de educación superior, se puede evidenciar en los resultados obtenidos, el porcentaje de estudiantes que están de acuerdo y totalmente de acuerdo con los ítems de la capacidad de respuesta, el 52,5% perciben que los administrativos les comunican cuando concluirá la realización del trámite o proceso, el 59,9% perciben que los docentes de la institución ofrecen

un servicio académico rápido, el 54,6% perciben que los administrativos de la institución ofrecen un servicio administrativo rápido, el 64,9% perciben que los docentes de la institución siempre están dispuestos a ayudarlo, el 62% perciben que los administrativos de la institución siempre están dispuestos a ayudarlo, el 51,2% de los estudiantes perciben que los docentes nunca están demasiado ocupados para responder a sus preguntas, y el 47,5% de los estudiantes perciben los administrativos nunca están demasiado ocupados para responder a sus preguntas.

Dicho de otra manera, la falta de comunicación por parte de los colaboradores provoca que los estudiantes no estén completamente satisfechos en este aspecto, así como la falta de rapidez en el servicio académico y administrativo que ofrece la institución, y en lo que respecta a la disponibilidad para ayudar y atender a los estudiantes se puede evidenciar que también los estudiantes están satisfechos.

Seguridad

Con relación a la dimensión seguridad del servicio proporcionado por la institución de educación superior, se puede evidenciar en los resultados obtenidos, el porcentaje de estudiantes que están de acuerdo y totalmente de acuerdo con los ítems de la capacidad de respuesta, el 58,3% sienten que el comportamiento de los docentes les transmite confianza, el 63,2% sienten que el comportamiento de los administrativos le transmite confianza, el 57% sienten seguridad con los trámites o procesos de la institución, el 67% sienten que los docentes de la institución son siempre amables, el 66,6% sienten que los administrativos de la institución son siempre amables, el 76,1% sienten que los docentes tienen los conocimientos suficientes para responder a sus preguntas, y el 71,5% sienten que los administrativos tienen los conocimientos suficientes para responder sus preguntas. Es decir, en lo que respecta a la seguridad en el manejo correcto de temas, trámites, procesos, respuestas claras y en el trato amable del servicio académico y administrativo, así como en los conocimientos proporcionados para formación profesional están satisfechos.

Empatía

Con relación a la dimensión empatía del servicio proporcionado por la institución de educación superior, se puede evidenciar en los resultados obtenidos, el porcentaje de estudiantes que están de acuerdo y totalmente de acuerdo con los ítems de la empatía, el 46,7% sienten que la institución ofrece atención individualizada, el 54,2% sienten que la institución tiene horarios

administrativos convenientes, el 45,9% sienten que la institución tiene horarios académicos convenientes, el 43,4% sienten que la institución tiene colaboradores que ofrecen una atención personalizada, el 46,3% sienten que la institución se preocupa por ellos, y el 44,6% sienten que la institución comprende sus necesidades educativas actuales.

Dicho de otra manera, en la dimensión de la empatía se muestra la carencia de atención individualizada y personalizada, así como la flexibilidad de horarios académicos y administrativos, esto significa que no hay una gestión de relaciones con los estudiantes que identifique las necesidades de los estudiantes y otorgue un servicio personalizado enfocado en alcanzar las emociones y posicionamiento en la mente del estudiante.

Propuesta de marketing de servicio al cliente

Las oportunidades de mercado y propuesta de valor para la institución se describen a continuación:

- Focalizarse en los clientes externos que son los estudiantes, ya que de ellos dependerá la publicidad externa durante y después de los 6 años de estudio.
- Una aplicación en google play, que responda todas las inquietudes de los estudiantes con respecto a los procesos académicos que maneja la institución.
- Modernizando y actualizando la plataforma de la institución y que cuente con un servicio de respuesta rápida de WhatsApp.
- Explotando al máximo el uso de redes sociales como Facebook, Twitter, Instagram y Youtube, para dar respuesta rápida a los estudiantes.
- Capacitando continuamente a los colaboradores, en temas relacionados con atención al cliente y relaciones humanas.
- Capacitando continuamente a los colaboradores académicos en sus áreas de experticia y de interés, que contribuya al mejoramiento de la enseñanza académica.
- Atender al estudiante desde el principio del contacto físico o virtual, con una impresión positiva y fomentar la disposición para una relación agradable.
- Comprender las necesidades del estudiante, posibilitando una adecuada satisfacción y transmitiendo una escucha atenta que demuestre que hay interés por la petición del estudiante.

- Facilitar las indicaciones oportunas y los elementos pertinentes para resolver la necesidad del estudiante, dando alternativas de solución fundamentadas en las disposiciones de la institución.
- Asegurarse que la necesidad o requerimiento del estudiante sea resuelta, con un grado de satisfacción positivo.

Por lo tanto, los objetivos de la propuesta de marketing de servicio al cliente para la institución son los siguientes:

- Mejorar la atención a los estudiantes, docentes y técnicos docentes, por parte de los administrativos.
- Implementar canales de comunicación, publicidad y atención para el servicio al cliente externo como interno.
- Capacitar a los colaboradores en relaciones humanas, procesos y gestión.
- Capacitar a los colaboradores académicos en pedagogía con el uso de herramientas presenciales y virtuales.
- Potenciar los programas de pregrado y posgrado presenciales y online.
- Implementar una doble titulación.

Además, la estrategia comercial de la propuesta de marketing de servicio al cliente para la institución ofrecería:

- Doble titulación.
- Canales de comunicación y publicidad.
- Programas de pregrado y posgrado presencial y on line.
- Atención personalizada.
- Cursos presenciales y on line.
- Encuestas de satisfacción.

Con base en la investigación realizada, para mejorar los atributos estudiados y lograr una satisfacción en los estudiantes, se ha definido en la figura 1 el plan de acción de la propuesta de marketing de servicio al cliente para la institución de educación superior de estudio:

Figura 1. Plan de acción de la Propuesta de marketing de Servicio al Cliente



Elaborado por: Ambar Guerrero

De igual manera, a continuación, se detalla la propuesta:

Un buen servicio al estudiante es responsabilidad de todas las áreas de la institución y por ende de todos los colaboradores, misma que debe ser de calidad porque el servicio académico y administrativo que se ofrece es intangible, perecedero e integral.

Por otro lado, la medición del servicio prestado debe ser evaluada constantemente por medio de encuestas de satisfacción físicas o electrónicas, también se puede implementar un botón de calificación del servicio prestado en los puestos de trabajo de los colaboradores, así como también un buzón de quejas y sugerencias.

El Customer Relationship Management (CRM) debe ser implementado cuando se tiene claro el mapa de vida de los clientes, de forma que sea posible construir relaciones verdaderas entre el cliente y la institución (Montoya & Boyero, 2013), y con el aporte fundamental del análisis de los resultados de las encuestas de satisfacción del servicio al cliente, permite:

- Determinar las necesidades actuales de los estudiantes, así como también necesidades satisfechas y mal satisfechas.
- Evaluar que los canales y vías de contacto, sistemas presenciales y on line sean amigables para los estudiantes, así como todos los momentos de la verdad.
- Valorar el estado de compromiso de los colaboradores con la institución.

Una vez analizados los resultados se puede proponer mejoras continuas, con énfasis en una propuesta de valor para crear pertenencia, lealtad y fidelidad con la marca de la institución, puesto que, la fidelidad es importante porque los clientes fieles se comportan como publicistas dentro de su entorno, ya que generan una vía de comunicación en donde se extiende la

reputación de la marca institucional, debido a que dan referencias sobre el servicio que se ofrece, es por eso que se debe conseguir relaciones sólidas para mantener a los clientes leales (García-Rodríguez, 2000).

Las medidas de control para aplicar dentro de la propuesta de marketing de servicio al cliente son:

- a) Medición de servicio al cliente interno: mediante el desarrollo de reconocimientos por las metas cumplidas mes a mes, para cada área. Por otro lado, se debe incentivar y motivar a la capacitación continua en beneficio de la organización.
- b) Medición de servicio al cliente externo:
 - Realizar una encuesta virtual de expectativas y percepciones a los estudiantes.
 - Implementar botones de interacción en los momentos de la verdad presenciales que califique el servicio administrativo y académico ofrecido.
 - Analizar los tiempos de permanencia en la facultad de los estudiantes y colaboradores.
 - Implementar encuestas automáticas a los correos electrónicos instituciones para cada servicio que requiera el estudiante.
 - Hay que considerar que los gustos de los estudiantes son: estar al día en la tecnología, facilidad de navegación en las aplicaciones, web, plataformas, programas y redes sociales.

CONCLUSIONES

- Para establecer una brecha de corte con respecto a los datos obtenidos se utilizaron los siguientes rangos de servicio al cliente: cuando sea mayor al 80% será excelente, entre el 60% y 80% será satisfactorio pero no excelente, y menor al 60% será no satisfactorio (Salazar & Cabrera-Vallejo, 2016).
- En la dimensión de la tangibilidad con respecto a la presentación física de la institución el porcentaje de satisfacción es menor al 60%, lo cual es no satisfactorio para los estudiantes. Es por ello por lo que hay que considerar que las instalaciones físicas y su entorno tienen un impacto en la satisfacción de los clientes, porque genera la intención para recomendar a otros, gracias a la experiencia tangible que ofrece la institución con un ambiente físico que sea cómodo y agradable, además, de crear lealtad y fidelización con la institución (Lee & Kim, 2014). Por otro lado, el porcentaje de satisfacción en la

imagen institucional de los colaboradores es mayor al 80%, lo cual es excelente para la institución.

- En la dimensión de la fiabilidad con respecto a la primera vez que fueron atendidos los estudiantes, el porcentaje de satisfacción es mayor al 60%, lo cual es satisfactorio, pero no excelente para la institución. En cambio, en lo que respecta a los tiempos de entrega, tiempos prometidos e interés de la institución por sus problemas, el porcentaje de satisfacción es menor al 60% lo cual es no satisfactorio. Por otro lado, hay que destacar que el porcentaje de estudiantes con los cuales se ha cometido errores es menor al 30%. Es por ello que hay que tener en cuenta que la fiabilidad es un comportamiento de la institución que debe crear confianza en todos los momentos de gestión de relación con el cliente, para ganar credibilidad (Alcaide, 2015).
- En la dimensión de la capacidad de respuesta con respecto a la disponibilidad de los colaboradores para ayudar a los estudiantes, el porcentaje de satisfacción es mayor al 60%, lo cual es satisfactorio, pero no excelente para la institución, en cambio, en lo que respecta con el deseo de ayudar y satisfacer las necesidades de los estudiantes de forma rápida, el porcentaje de satisfacción es menor al 60% lo cual es no satisfactorio. Es por ello por lo que hay que considerar que la gestión administrativa está relacionada directamente con la capacidad de respuesta, y esta a su vez está relacionada con la fidelización del cliente, porque el cliente busca un servicio de calidad que le brinde respuestas prontas y oportunas para sentirse satisfecho con el servicio que le ofrece la institución (Duran, 2020).
- En la dimensión de la seguridad con respecto al comportamiento, cortesía y conocimientos de los administrativos, el porcentaje de satisfacción es mayor al 60%, lo cual es satisfactorio, pero no excelente para la institución. En cambio, en lo que respecta a la cortesía y conocimientos de los docentes, el porcentaje de satisfacción es mayor al 60%, lo cual es satisfactorio, pero no excelente para la institución. Por el contrario, el comportamiento de los docentes y el manejo de los trámites o procesos de la institución, el porcentaje es menor al 60%, lo cual es no satisfactorio. Es por ello por lo que hay que tener en cuenta que el cliente siente seguridad con la institución cuando esta le transmite credibilidad, integridad y honestidad con el comportamiento, cortesía y conocimientos por parte de los colaboradores, además, el cliente considera como parte de la seguridad el prestigio de la institución y el sentimiento de estar en buenas manos, es decir sentirse

tranquilos y que no corren peligro alguno en el servicio que se le ofrece (Hernández, 2017).

- En la dimensión de la empatía en todos sus aspectos, el porcentaje de satisfacción es menor al 60%, lo cual no es satisfactorio para la institución. Es por ello por lo que hay que considerar que la empatía ayuda a establecer relaciones de confianza con los estudiantes y facilita la comunicación debido a que influye en los sentimientos de las personas (Salcedo-Rioja & Díaz-Narváez, 2015).

RECOMENDACIONES

- Profundizar los diferentes tipos de Customer Relationship Management (CRM) estratégico, analítico, operacional y colaborativo, para elaborar acciones de mejora continua.
- Realizar un estudio de satisfacción del cliente interno de una institución de educación superior pública, para evaluar el empoderamiento de los colaboradores con la institución.

REFERENCIAS

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11, 333-338.
- Alcaide, J. (2015). *Los 100 errores de la experiencia de cliente*. ESIC Editorial.
- Badii, M., Castillo, J., & Guillen, A. (2017). Tamaño óptimo de la muestra. *Innovaciones de negocios*, 5(1), 53-65.
- Brunetta, H. (2014). *Del marketing relacional al CRM*. Todo Management.
- Cabana, S., Cortés, F., Vega, D., & Cortés, R. (2016). Análisis de la fidelización del estudiante de ingeniería con su Centro de educación Superior: Desafíos de Gestion Educacional. *SciELO*, 9(6). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000600009>
- Cárdenas, C., Farías, G., & Méndez, G. (2017). ¿Existe Relación entre la Gestión Administrativa y la Innovación Educativa? Un Estudio de Caso en Educación Superior. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15.1(2017). <https://doi.org/10.15366/reice2017.15.1.002>

- Carlzon, J. (1991). *El momento de la verdad* (1.^a ed.). Díaz de Santos.
- Ccapa, A., Mamani, M., & Uscamayta, N. (2020). *Propuesta de mejora de la atención al cliente*.
- Correia, S., & Miranda, F. (2012). DUAQUAL: Calidad percibida por docentes y alumnos en la gestión universitaria. *Cuadernos de Gestión*, 12(1), 107-122. <https://doi.org/10.5295/cdg.100251sc>
- Couso, R. (2005). *Servicio al cliente. La comunicación y la calidad del servicio en la atención al cliente* (1.^a ed.). Ideas Propias Editorial SL.
- Duque, E., & Chaparro, C. (2017). Medición de la percepción de la calidad del servicio de educación por parte de los estudiantes de la UPTC Duitama. *Criterio Libre*, 10(16), 159. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.16.1168>
- Fernández, P., & Bajac, H. (2018). *Gestión del marketing de servicios*. La. Ediciones Granica.
- García, E. (2014). Mejora de la gestión universitaria y los procesos docentes mediante un cuadro de mando integral. *Res Non Verba*, 13.
- García-Rodríguez, M. (2000). La importancia del mantener la fidelidad de los clientes como un activo estratégico de gran valor para la marca. *Esic Market*, 37-54.
- González, N., Menéndez, J., Seoane, C., & San Millán, M. E. (2013). Revisión y propuesta de indicadores (KPI) de la Biblioteca en los medios sociales. *Revista española de Documentación Científica*, 36(1), 14. <https://doi.org/10.3989/redc.2013.1.919>
- Grupo Edebe. (2012). En *Comunicación empresarial y atención al cliente*. EDEBE.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad* (3.^a ed.). McGraw Hill.
- Hernández, C. (2017). Dimensiones de la calidad de servicio presentes en los programas de postgrado. Reflexiones teóricas. *Impacto Científico*, 12(2), 127-147.
- Huete, L., & Pérez, A. (2001). *Dossier: Clienting metodología para el diseño de estrategias de clientes*.

- López, Y., Díaz, M., & De la Concepción, M. (2016). *Un sistema de gestión universitario: Retos y perspectivas en la formación del profesional de la Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona*. Varona.
- Mendoza-Briones, A. (2017). Importancia de la gestión administrativa para la innovación de las medianas empresas comerciales de la ciudad de Manta. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 3, 947-964. <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.2.may.947-964>
- Montoya, C., & Boyero, M. (2013). El CRM como herramienta para el servicio al cliente en la organización. *Revista Científica «Visión de Futuro»*, 17(1), 130-151.
- Normann, R. (1991). *Service Management: Strategy and Leadership in Service Business: Strategy and Leadership in the Service Business* (Segunda). John Wiley & Son Ltd; Subsequent edizione.
- Osorio, L. (2015). *Diseño de un plan de servicio al cliente para la empresa casa de especialistas de la corporación IPS SALUDCOOP en el Municipio de Pereira*.
- Parasuraman, A., Berry, L., & Zeithaml, V. (1988). SERVQUAL a multiple-item scale for measuring customer perceptions of service quality. *Journal of Marketing*, 64(1), 12-40.
- Salazar, W., & Cabrera-Vallejo, M. (2016). Diagnóstico de la calidad de servicio, en la atención al cliente, en la Universidad Nacional de Chimborazo- Ecuador. *Industrial Data*, 19(2), 13. <https://doi.org/10.15381/idata.v19i2.12811>
- Salcedo-Rioja, M., & Díaz-Narváez, V. P. (2015). Empathy in dental students of National University of San Marcos (Peru). *Salud Uninorte*, 31(3), 565-574. <https://doi.org/10.14482/sun.31.3.6801>
- Serna, H. (2006). *Conceptos básicos. Servicio al cliente*. Panamericana Editorial Ltda.
- Villalba, C. (2013). La calidad del servicio: Un recorrido histórico conceptual, sus modelos más representativos y su aplicación en las universidades. *Punto de vista*, 4(7), 51-72. <https://doi.org/10.15765/pdv.v4i7.445>

Webster. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (3.^a ed.). McGraw Hill.

Evaluación del uso de simuladores virtuales aplicados a la electricidad en el sistema de Educación Superior como herramienta de enseñanza – aprendizaje

Evaluation of the use of virtual simulators applied to electricity in the Higher Education system as a teaching-learning tool

María Gabriela Vera¹, Pablo Catota², Migdalia Sulbaran³, Gerardo Cajamarca⁴

¹ Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, mariagabriela.vera@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, pablo.catota@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

³ Instituto Superior Stanford, msulbaran@stanford.edu.ec, Riobamba, Ecuador

⁴ Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, gerardo.cajamarca@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

Autor para correspondencia: mariagabriela.vera@ister.edu.ec

Fecha de recepción: noviembre 2023

Fecha de aceptación: febrero 2024

RESUMEN

El uso de simuladores virtuales en la enseñanza de la electricidad en la educación tecnológica superior en Ecuador, destaca la importancia de combinar conocimientos teóricos con habilidades prácticas y relevancia en el mundo real para una enseñanza integral. Los simuladores virtuales se presentan como una herramienta valiosa que mejora la comprensión de conceptos eléctricos y enriquece la experiencia de aprendizaje. Los resultados de la evaluación muestran una percepción mayoritariamente positiva por parte de los estudiantes, quienes consideran que los simuladores virtuales son efectivos para aprender sobre dispositivos y componentes eléctricos. Se resalta la necesidad de adaptar las prácticas educativas y mantenerse actualizado con los avances en tecnología eléctrica y estrategias educativas. En general, el uso de simuladores virtuales ha demostrado ser beneficioso para mejorar la enseñanza de la electricidad en la educación.

Palabras clave: Simuladores virtuales, Aprendizaje, Educación tecnológica, Componentes eléctricos.

ABSTRACT

The use of virtual simulators in electricity teaching in higher technological education in Ecuador. The importance of combining theoretical knowledge with practical skills and real-world relevance for comprehensive teaching is highlighted. Virtual simulators are a valuable tool that improve the understanding of electrical concepts and enrich the learning experience. The evaluation results show a mostly positive perception by students, who consider virtual simulators effective for learning about electrical devices and components. The need to adapt educational practices and keep up to date with advances in electrical technology and educational strategies is highlighted. In general, using virtual simulators has proven beneficial in improving the teaching of electricity in education.

Keywords: Virtual simulators, learning, technology education, electrical components.

INTRODUCCIÓN

El uso de simuladores virtuales se ha convertido en una parte fundamental del proceso de enseñanza - aprendizaje actual, particularmente en el área técnica, debido al potencial para ayudar a los estudiantes en la realización de prácticas experimentales, más allá de sus prácticas de laboratorio en ambientes reales. Por otra parte, esta herramienta educativa ayuda al docente a fortalecer la didáctica pedagógica utilizada en las clases de educación Técnica Superior (Zhao, 2019). Actualmente, existen diversas comunidades de profesionales que han creado y compartido una gama de simuladores virtuales gratuitos que permiten complementar el aprendizaje, la enseñanza y la investigación para diferentes niveles como: jardín de infancia, secundaria, pregrado y posgrado (Dayagbil et al., 2021).

El aprendizaje basado en simulación ofrece un aprendizaje similar al de un entorno real para el desarrollo de prácticas, esto permite superar las limitaciones del aprendizaje en situaciones de la vida real y puede ser un enfoque eficaz para desarrollar habilidades complejas (Dayagbil et al., 2021). Mediante la simulación virtual se puede realizar, estudiar y analizar experimentos bajo diferentes condiciones y variables, para conocer los resultados de todos los escenarios de la práctica experimental (Ben Ouahi et al., 2021). Por otra parte, las simulaciones virtuales presentan modelos teóricos o simplificados de componentes del mundo real, fenómenos o procesos, que pueden incluir animaciones, visualizaciones, texto, imágenes, videoclips y experiencias de laboratorio interactivas (Zhao, 2019). Ofreciendo una gran variedad de oportunidades para el modelado de conceptualizaciones y procedimientos prácticos (Kabigting, 2021).

Las simulaciones proporcionan un puente entre el conocimiento previo de los estudiantes y el aprendizaje de nuevos conceptos, ayudando a los mismos a desarrollar la comprensión a través de una activa reformulación de sus conceptos erróneos (Campos et al., 2020). Además, las simulaciones por computadora pueden ser efectivas para desarrollar el conocimiento del contenido y habilidades de proceso. La simulación proporciona mayor flexibilidad que los experimentos físicos, es un proceso de experimentación accesible y eficiente (Strapasson et al., 2022).

En la práctica, los simuladores virtuales proporcionan varios beneficios para lograr un aprendizaje significativo, abordando algunos de los problemas encontrados en laboratorios

tradicionales que contribuye positivamente en el logro de los objetivos de aprendizaje, proporcionando oportunidades para aprender de los errores que cometen durante el desarrollo de la práctica, esto permite que el estudiante se sienta más seguro ya que no implica daños materiales y costos en los equipos utilizados en la práctica experimental. Aunque los softwares aplicados a la electricidad no pueden reemplazar laboratorios tradicionales, el uso de estos facilitan enormemente el proceso de aprendizaje de las áreas técnicas, debido a que, proporciona al aprendiz la oportunidad de experimentar todos los posibles escenarios desde uno ideal hasta uno en condiciones desfavorables (Zhao, 2019).

En comparación con el espacio limitado que ofrecen una estación de trabajo físicos (Zhao, 2019), los simuladores virtuales se pueden usar con tecnología de visualización como proyectores interactivos o pizarras inteligentes para una clase con todo incluido. Por esta razón, los simuladores virtuales son aún más apropiados, significativos y rentables para las Instituciones de Educación Superior (IES) en los países en desarrollo, donde las instalaciones físicas están mal equipadas o inexistentes. Si bien muchas instituciones secundarias y terciarias han establecido laboratorios físicos, el potencial de tales instalaciones no se ha alcanzado por completo por falta de equipos. Además, existen nuevos desafíos para la educación superior, donde varias IES en todo el mundo tienen la intención de mantener o expandir el uso de entornos digitales, mientras que otras pueden cambiar al aprendizaje híbrido (combinar actividades físicas con virtuales) (Strapasson et al., 2022). Por esta razón, cada vez más IES han comenzado a introducir diversas herramientas que permiten desarrollar simulaciones que les ayudan a satisfacer las diversas necesidades de los estudiantes, para complementar su aprendizaje. Por ejemplo, software tales como: LabVIEW, Factory IO, Tia portal, Home IO, Cadesimu, Dialux, entre otros, brindan numerosas herramientas para el aprendizaje, incluidos recursos web, videoconferencias, demostraciones animadas y autoevaluaciones, diseñadas por los docentes que aplican estos simuladores virtuales que en su mayoría son empleados en el sector industrial (Abdur Rauf Magrabi, 2022).

Por ello, uno de los principales retos a los que se enfrenta la Educación Superior es la mejora de la calidad, la pertinencia de la enseñanza y el aprendizaje. Así mismo, los rápidos cambios en la revolución industrial 4.0 exigen un cambio en la educación, especialmente en la formación profesional se espera que los docentes de las IES traigan innovaciones basadas en tecnología para alcanzar el éxito en el aprendizaje de los estudiantes. Tomando en cuenta, que los

laboratorios físicos son uno de los factores que apoyan el éxito de la clase, idealmente, las IES deben poseer instalaciones e infraestructura superiores a las del sector industrial, sin embargo, no es la realidad de todas.

No obstante, al cerrar la brecha entre el estado actual de los laboratorios en las IES y el estado futuro previsto de la educación que emplea un nivel significativamente mayor de recursos digitales, colocados en el desarrollo de entornos virtuales para la difusión de información (recopilación de datos, libros electrónicos, artículos, acceso a documentos en línea), medios interactivos como alternativas a las conferencias convencionales (audio, transmisión de video y grabación) y para los sustitutos virtuales de la educación especializada se usan requerimientos tales como herramientas de simulación y modelado 3D. Si bien se han logrado avances considerables en los tres frentes, hay un margen considerable para avanzar en el desarrollo de entornos virtuales para facilitar requisitos especializados como los que se encuentran en la educación técnica.

La capacidad de la tecnología para abordar la Educación Técnica en las IES y su ritmo actual de implementación muestran la eficacia del potencial de los simuladores virtuales, los cuales tienen un valor significativo en el campo de la educación.

En ese aspecto, en los últimos años la carrera de electricidad se ha sumado a la lista de los programas de estudio más demandados. Muchos estudiantes tienen problemas para comprender temas relacionados con esta área, debido a su complejidad, la necesidad del pensamiento abstracto y el hecho de que algunos conceptos no son del todo tangibles. Las deficiencias en los fundamentos impiden un mayor desarrollo y exploración de problemas más complicados.

En tal sentido, se analizarán los casos de éxito y experiencias negativas en los estudios previos realizados, con el objetivo de ayudar a determinar el uso adecuado de simuladores virtuales aplicados a la electricidad en el sistema de Educación Superior ecuatoriano como herramienta de enseñanza - aprendizaje, con el fin de fortalecer el proceso educativo.

1. Revisión de la literatura

Evolución de las herramientas tecnológicas utilizada en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la carrera de Electricidad

El panorama de la educación tecnológica superior ha experimentado una profunda transformación en las últimas décadas, impulsada en gran medida por los rápidos avances de la

tecnología. La integración de herramientas tecnológicas se ha vuelto fundamental para la experiencia de aprendizaje, mejorando la calidad de la educación y preparando a los estudiantes para las demandas de la fuerza laboral moderna (Zhang et al., 2023).

La adopción temprana de herramientas tecnológicas en la educación tecnológica superior se remonta a la introducción de las computadoras en los entornos académicos. En las décadas de 1960 y 1970, las computadoras centrales proporcionaron a estudiantes e investigadores nuevas capacidades para el análisis de datos y tareas computacionales. Sin embargo, el acceso a estos recursos fue limitado y su uso se limitó principalmente a proyectos de investigación especializados (Zhang et al., 2023).

La década de 1980 marcó un importante punto de inflexión con la disponibilidad generalizada de computadoras personales. Estos dispositivos, aunque relativamente primitivos para los estándares actuales, democratizaron el acceso a la potencia informática. Tanto los estudiantes como los educadores comenzaron a utilizar computadoras personales para procesamiento de textos, análisis de datos y programación, ampliando el alcance de las herramientas tecnológicas en la educación.

La llegada de Internet en la década de 1990 revolucionó la educación tecnológica superior. La Red Informática Mundial abrió un vasto depósito de información y permitió la colaboración global. El correo electrónico y los foros en línea se convirtieron en parte integral de la comunicación entre estudiantes e instructores. Además, surgieron las primeras formas de sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) en línea, que allanaron el camino para la transformación digital del contenido y la entrega educativos.

A principios de la década de 2000 se produjo el auge de las plataformas multimedia interactivas y de aprendizaje electrónico. Las instituciones educativas comenzaron a aprovechar los recursos multimedia, incluidos vídeos, animaciones y simulaciones, para mejorar la experiencia de aprendizaje. Las plataformas de aprendizaje electrónico permitieron a los estudiantes acceder a los materiales del curso, participar en debates y enviar tareas en línea, brindando mayor flexibilidad a los estudiantes.

Las herramientas tecnológicas también han transformado las experiencias de laboratorio. Los laboratorios y simulaciones digitales han ganado popularidad y ofrecen a los estudiantes oportunidades para realizar experimentos y adquirir habilidades prácticas en un entorno virtual

(Abdur Rauf Magrabi, 2022). Estas herramientas son especialmente valiosas para disciplinas como la ingeniería, donde la experiencia práctica es crucial (Gong et al., 2022).

La era del Big Data ha marcado el comienzo de una nueva fase en las herramientas tecnológicas para la educación tecnológica superior. Las instituciones educativas recopilan y analizan grandes cantidades de datos para obtener información sobre el desempeño y la participación de los estudiantes (Gong et al., 2022). Las herramientas de análisis de aprendizaje ayudan a los instructores a identificar a los estudiantes en riesgo y adaptar las intervenciones para respaldar su éxito.

La realidad virtual y la realidad aumentada se han convertido en herramientas innovadoras para experiencias de aprendizaje inmersivas. La realidad virtual permite a los estudiantes explorar entornos y escenarios complejos, mientras que la realidad aumentada superpone información digital en el mundo físico. Estas tecnologías son particularmente valiosas para la capacitación técnica y la simulación.

Las tecnologías impulsadas por la inteligencia artificial (IA) se utilizan cada vez más para personalizar las experiencias de aprendizaje. Las plataformas de aprendizaje adaptativo utilizan algoritmos de inteligencia artificial para evaluar el progreso individual de los estudiantes y ajustar el contenido en consecuencia. Los chatbots y los tutores virtuales brindan apoyo y orientación instantáneos a los estudiantes (Abdur Rauf Magrabi, 2022).

En la educación tecnológica superior el desarrollo de las herramientas tecnológicas se ha caracterizado por un recorrido desde su adopción temprana hasta su integración actual en todos los aspectos de la experiencia educativa. Estas herramientas han democratizado el acceso a la educación, ampliado el alcance del aprendizaje y mejorado la calidad de la instrucción (Abdur Rauf Magrabi, 2022). De cara al futuro, la evolución continua con la tecnología, incluidos los avances en IA, realidad virtual y realidad aumentada, promete transformar aún más la educación tecnológica superior, preparando a los estudiantes para los desafíos y oportunidades de la era digital. A medida que los educadores sigan aprovechando estas herramientas de manera eficaz, tendrán la clave para liberar todo el potencial de la próxima generación de tecnólogos e innovadores.

Simuladores virtuales y su aplicación en la Educación Tecnológica Superior en Electricidad

Los simuladores utilizados en la educación tecnológica superior, aplicados en el campo de la electricidad han experimentado una transformación significativa con la integración de simuladores virtuales en los planes de estudios de las diferentes asignaturas de la malla curricular. Estas herramientas han revolucionado la forma en que se enseñan y aprenden los conceptos del área eléctrica (Liu, 2021).

Los simuladores virtuales como el MULTISIM, VTPCE-PS (Plataforma de enseñanza virtual para experimentos integrales de sistemas de energía) y LVEE (Laboratorio Virtual de Experiencia en Electrónica), a menudo denominados software de simulación de circuitos electrónicos y eléctricos, han ganado importancia en los últimos años como material didáctico esencial en la carrera de electricidad. Estos paquetes de software replican el comportamiento de circuitos, componentes y sistemas eléctricos del mundo real en un entorno virtual (Yu et al., 2016). La tecnología de simulación ofrece una plataforma dinámica, interactiva y segura para que los estudiantes experimenten, analicen y solucionen problemas de circuitos eléctricos, cerrando la brecha entre la teoría y la práctica (Lin & Zhang, 2020).

Los simuladores virtuales brindan a los estudiantes una experiencia práctica en un entorno controlado (Liu, 2021). En este espacio los estudiantes pueden experimentar con diferentes configuraciones de circuitos, componentes y parámetros, lo que los lleva a una comprensión más profunda de los conceptos eléctricos. Por otra parte, es importante indicar que la seguridad al experimentar con circuitos eléctricos físicos puede plantear riesgos durante el desarrollo de las actividades prácticas (Lin & Zhang, 2020). En este aspecto los simuladores virtuales eliminan estos riesgos, al permitir a los estudiantes trabajar con circuitos virtuales.

Es importante indicar que los estudiantes pueden acceder a los simuladores virtuales en cualquier momento y en cualquier lugar, ya que solo requieren una computadora y un software. Esta accesibilidad promueve el aprendizaje autodirigido y la flexibilidad en los horarios de estudio. Volviéndolos rentables al reducir los costos asociados con equipos, mantenimiento y espacio, en comparación, al de tener que construir y mantener laboratorios físicos con componentes eléctricos reales (Simonova et al., 2021).

Estos simuladores permiten al estudiante visualizar circuitos y fenómenos eléctricos, lo que facilita a los estudiantes la comprensión de conceptos complejos y la observación del

comportamiento de los circuitos del funcionamiento en tiempo real facilita el aprendizaje experiencial, de esta forma los estudiantes pueden reforzar sus conocimientos teóricos al explorar y experimentar con circuitos eléctricos en un entorno libre de riesgos y sin temor a equivocarse (Bompard et al., 2023).

Los simuladores permiten a los estudiantes analizar y diseñar una amplia gama de circuitos eléctricos, desde circuitos básicos hasta sistemas avanzados. Pueden experimentar con diferentes componentes, configuraciones y parámetros, perfeccionando sus habilidades de diseño de circuitos. En ellos los estudiantes pueden simular circuitos eléctricos y disminuir costos de implementación. Esto es importante porque permite corregir los diseños de circuitos a tiempo antes de su implementación, siendo esto un aspecto crítico de la ingeniería eléctrica (Sousa et al., 2021).

Por tanto, los simuladores virtuales se han convertido en herramientas indispensables en la educación tecnológica superior en electricidad. Porque, ayudan a mejorar la experiencia de aprendizaje, promueven la seguridad y brindan soluciones rentables para enseñar conceptos complejos del área eléctrica. A medida que la tecnología siga avanzando, la capacidad de los simuladores virtuales se ampliará, lo que permitirá a los estudiantes explorar áreas emergentes de la ingeniería eléctrica. Al integrar estas herramientas en el plan de estudios, las instituciones educativas pueden preparar mejor a los estudiantes para los desafíos y oportunidades en el campo de la electricidad en constante evolución.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación del uso de simuladores virtuales en la enseñanza de electricidad en Educación Superior, se empleó una metodología cuantitativa para obtener datos numéricos que permitan realizar un análisis objetivo y estadísticamente significativo. La cuantificación de variables proporcionó una comprensión detallada de las diferencias y similitudes entre las mismas, contribuyendo así a una evaluación más precisa.

Para el estudio, se utilizó un diseño de investigación cuasiexperimental, donde los participantes se asignarán a grupos de manera no aleatoria, permitiendo así comparar el rendimiento y la percepción de los simuladores virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de electricidad en Educación Superior en estudiantes de tres diferentes Institutos Superiores Tecnológicos. Se aplicaron dos cuestionarios estructurados con preguntas específicas diseñadas para medir las

variables claves, como la comprensión de conceptos eléctricos, la efectividad en la resolución de problemas, la satisfacción general del uso de simuladores virtuales aplicados a la electricidad y su percepción de los laboratorios físicos.

En los instrumentos se utilizaron la escala tipo Likert la cual fue fundamental en la recopilación de datos, ya que proporcionó una medida cuantificable de las respuestas de los participantes, permitiendo asignar valores numéricos a sus percepciones. Además, se realizó la prueba de confiabilidad de Alpha de Crombach con el fin de conocer el nivel de confianza del instrumento. De igual manera, se consideró la implementación de pruebas no paramétricas de dos muestras relacionadas, tomando para el estudio la Prueba de Kolmogorov-Smirnov con el fin de verificar la distribución normal de los datos obtenidos. Por otra parte, para validar la correlación entre las variables aprendizaje, simuladores virtuales y laboratorios físicos se utilizó la correlación Rho de Spearman.

También se aplicó la prueba de wilcoxon la cual tiene como objetivo medir la diferencia entre las variables aprendizaje, simuladores virtuales y laboratorios físicos. Este enfoque riguroso permitirá identificar las fortalezas y debilidades de cada método, brindando información valiosa para la toma de decisiones en el ámbito educativo.

Por último, se aplicó la estadística descriptiva la cual permitirá obtener una comprensión más profunda de las variables en juego y contribuirá al avance del conocimiento en la efectividad de estos métodos de enseñanza en el contexto específico de la electricidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de confiabilidad alfa de Cronbach es una técnica estadística utilizada para evaluar la consistencia interna de un conjunto de ítems en una escala o prueba. La confiabilidad de 0.959 indica un alto nivel de consistencia interna en los datos. En el contexto de la confiabilidad de Cronbach, esta puntuación sugiere que los ítems o preguntas que conformen la medida están altamente correlacionados entre sí (Hernández & Mendoza, 2018).

Para este caso de estudio el número de muestras que se considero fue de 102 y al realizar el procesamiento de datos se obtuvo como resultados 102 casos válidos y 0 excluidos, lo que indica que no existieron errores en la aplicación del instrumento. Por otra parte, al aplicar el análisis de confiabilidad se obtuvo un coeficiente de 0.959 lo que indica una consistencia interna extremadamente fuerte, y los resultados de la escalada o prueba son muy confiables para

medir el constructo en cuestión. Esto es particularmente importante en la investigación y la evaluación, ya que sugiere que la escala proporciona mediciones consistentes y precisas de la variable que se está evaluando (Tuapanta et al., 2017).

Tabla 4. Alpha de Crombach Instrumento 1

Alfa de Crombach	N de elementos
0,959	15

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

La prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) se aplica para realizar una prueba no paramétrica en una muestra dada, esto se utiliza para evaluar si una muestra proviene de una distribución específica. Para esto se consideran los siguientes parámetros: la hipótesis nula (h_0) es la muestra que sigue la distribución teórica especificada, la hipótesis alternativa (h_1) es la muestra que no sigue la distribución especificada (Hernández & Mendoza, 2018). Los resultados de ambas pruebas de normalidad, permiten concluir la significancia bilateral es de 0,000 es decir, menor a 0,05 lo que evidencia que los datos de ambos grupos aprendizaje usando simuladores y aprendizaje en laboratorio físico no siguen una distribución normal, lo que sugiere la necesidad de aplicar prueba estadística de Rho Spearman, como se puede ver en la tabla 2.

Tabla 2. Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aprendizaje usando simuladores	0,164	101	0,000	0,904	101	0,000
Aprendizaje en Laboratorio Físico	0,181	101	0,000	0,863	101	000,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Correlaciones

En estadística, la correlación de Spearman, también conocida como correlación de rangos de Spearman, es una medida de la correlación entre dos variables aleatorias. Es una medida no paramétrica, lo que significa que no requiere que los datos sigan una distribución normal (Hernández & Mendoza, 2018). La tabla 3 muestra que el coeficiente de correlación de

Spearman es positivo y significativo, lo que permite concluir que hay una asociación estadísticamente significativa y positiva entre el aprendizaje utilizando simuladores y el aprendizaje en laboratorio físico. En otras palabras, los estudiantes que tienen un buen desempeño en un entorno de aprendizaje también pueden llegar a tener un buen desempeño en el otro entorno. No obstante, considerando el tamaño de la muestra ($N = 101$) que es relativamente grande, la generalización de resultados es confiable, esto significa que habrá aprendizaje ante el uso tanto de los simuladores como de los laboratorios físicos. Ahora bien, al analizar la correlación significativa a un nivel del 0.01 sugiere una relación robusta entre las dos variables, y la probabilidad de que esta correlación sea aleatoria es muy baja, esto respalda la idea que el desempeño en uno de estos entornos está asociado con el desempeño en el otro, lo que sugiere que si se emplean ambos se logrará un mayor aprendizaje.

Tabla 3. Correlaciones

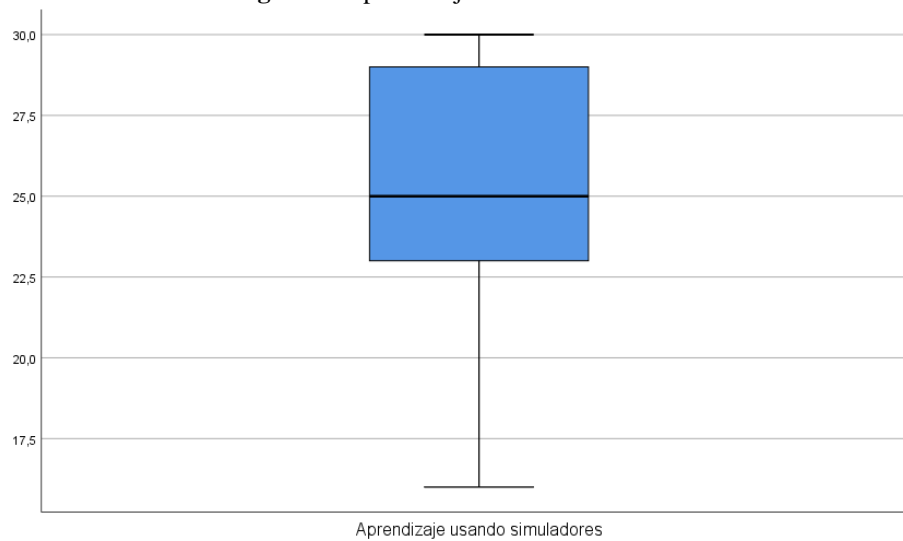
			Aprendizaje usando simuladores	Aprendizaje en Laboratorio Físico	
Rho de Spearman	Aprendizaje simuladores	usando	Coeficiente de correlación	1,000	0,522**
			Sig. (bilateral)	-	0,000
			N	101	101
	Aprendizaje Laboratorio Físico	en	Coeficiente de correlación	0,522**	1,000
			Sig. (bilateral)	0,000	-
			N	101	101

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Aprendizaje obtenido usando simuladores y el aprendizaje obtenido en el laboratorio físico

Al analizar el aprendizaje obtenido usando simuladores y el aprendizaje obtenido en el laboratorio físico se pudo evidenciar que el diagrama de caja y bigotes muestra que los estudiantes que aprenden usando simuladores tienen un rendimiento ligeramente mejor que los estudiantes que aprenden en laboratorio físico.

Figura 1. Aprendizaje usando simuladores



Al ejecutar el análisis de la prueba no paramétrica de dos muestras relacionadas, en rangos se obtuvieron los siguientes datos como se muestra en la tabla 4. Luego de aplicar la prueba de Wilcoxon demuestran las diferencias significativas existentes entre las variables aprendizaje en laboratorio físico y el aprendizaje usando simuladores, en base a la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. La estadística de prueba Z negativa y el valor $p = ,003$ bajo respaldan la conclusión de que hay una diferencia significativa, lo que permite demostrar que existe mayor aprendizaje ante el uso de simuladores respecto a los laboratorios físicos.

Tabla 6. Estadísticos de prueba

	Aprendizaje en Laboratorio Físico - Aprendizaje usando simuladores
Z	-2,959b
Sig. asintótica(bilateral)	0,003

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Discusión

La tendencia general es que el uso de simuladores virtuales es bien recibido por los estudiantes y contribuye positivamente a su experiencia de aprendizaje en electricidad. Los estudiantes del Instituto 1 tienden a tener las percepciones más positivas en todos los aspectos evaluados. El Instituto 2, muestra una percepción positiva, tiende a tener porcentajes menores en comparación con los otros institutos en la mayoría de los aspectos. El Instituto 3 presenta percepciones positivas, aunque con porcentajes variables en diferentes aspectos.

En conclusión, el análisis revela que el uso de simuladores virtuales es percibido como beneficioso para el aprendizaje en electricidad en instituciones de Educación Superior, siendo crucial considerar estas percepciones para mejorar y adaptar las prácticas educativas.

La educación tecnológica superior juega un papel fundamental en la preparación de los estudiantes para carreras en campos como la ingeniería eléctrica, la electrónica y disciplinas relacionadas. Para enseñar en la carrera de electricidad de forma eficaz en la educación tecnológica superior, los educadores deben combinar una comprensión profunda del contexto real, de este modo cuando se complementa la teoría con la experiencia práctica, se fomenta el entendimiento de los principios eléctricos. De manera que, en la búsqueda de mejorar la praxis docente en la enseñanza de la electricidad se consideró el estudio de los simuladores que de acuerdo con Liu (2021) se ha constituido en una herramienta innovadora para la enseñanza del área.

En otro orden de ideas y de acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo determinar la existencia de un coeficiente de correlación de Spearman positivo y significativo, lo que permite concluir que hay una asociación estadísticamente significativa y positiva entre el aprendizaje utilizando simuladores y el aprendizaje en laboratorio físico. En otras palabras, los estudiantes que tienen un buen desempeño en un entorno de aprendizaje también pueden llegar a tener un buen desempeño en el otro entorno. En ese sentido, Mohammed (2020) manifestó que la tecnología y las metodologías de enseñanza están en continua evolución. Por ello, los instructores deben mantenerse actualizados con los avances en tecnología eléctrica y estrategias educativas. De igual forma, Zhang et al. (2023); Haleem et al. (2022) manifestaron que a raíz de las transformaciones en el campo de la educación tecnológica superior, se ha hecho necesario el uso de la tecnología, como una manera de mejorar la calidad educativa.

En lo que respecta a las simulaciones Abdur (2022) expresó que se ha evidenciado transformación en el uso de laboratorios a partir de su uso, lo que beneficia a los estudiantes al ofrecerle oportunidades para experimentar en entornos virtuales demostrando de esa manera las competencias que han adquirido. De manera, que se puede afirmar que los resultados obtenidos son cónsonos con la realidad que se experimenta en algunos Institutos Tecnológicos Superiores que han optado por adentrarse al uso de los simuladores, fortaleciendo de esa manera el proceso de aprendizaje de los estudiantes, especialmente del área de electricidad.

Ahora bien, al analizar la correlación significativa a un nivel del 0.01 sugiere una relación robusta entre las dos variables, y la probabilidad de que esta correlación sea aleatoria es muy

baja, esto respalda la idea que el desempeño en uno de estos entornos está asociado con el desempeño en el otro, lo que sugiere que si se emplean ambos se logrará un mayor aprendizaje. Al respecto Yu et al. (2016) manifestaron que los paquetes de software de simulación de circuitos eléctricos han ido cobrando importancia durante los últimos años, hasta el punto que se consideran un material didáctico necesario.

Por su parte Simonova et al. (2021) resaltó la utilidad de los simuladores virtuales y destacó que además que son de fácil acceso, promueven el aprendizaje. Así mismo Liu (2021); Gong et al. (2022) afirmaron que estos ofrecen experiencias de aprendizaje exitosas además que le garantizan seguridad. En el mismo orden de ideas Bompard et al. (2023) también señaló que partir del uso de estos se facilita la adquisición del conocimiento a los estudiantes.

Al analizar el aprendizaje obtenido usando simuladores y el aprendizaje obtenido en el laboratorio físico se pudo evidenciar que el diagrama de caja y bigotes muestra que los estudiantes que aprenden usando simuladores tienen un rendimiento ligeramente mejor que los estudiantes que aprenden en laboratorio físico. Lo que representa una invitación a los docentes de esta área a desarrollar este tipo de prácticas que además fortalecen la adquisición de competencias que les permitirán resolver situaciones eléctricas (Sousa et al., 2021). También es un llamado a motivar a los estudiantes a participar de este tipo de experiencias (Mendoza Diaz & Sotomayor, 2023).

A modo de reflexión es importante destacar que la enseñanza de la carrera electricidad en la educación tecnológica superior exige un enfoque integral que combine conocimientos teóricos con habilidades prácticas y relevantes en el mundo real. Al adoptar los fundamentos descritos anteriormente, los instructores pueden dotar a los estudiantes de una base sólida en el área eléctrica y capacitarlos para sobresalir en sus futuras carreras. En última instancia, la enseñanza eficaz en este campo no sólo imparte conocimientos, sino que también fomenta la resolución de problemas.

CONCLUSIONES

En este estudio se analizó la percepción de los estudiantes de Institutos Tecnológicos Superiores sobre el uso de simuladores virtuales en la enseñanza de la electricidad. Los resultados mostraron que en general, los estudiantes tienen una percepción mayoritariamente positiva hacia el uso de simuladores virtuales. Para la mejora en la comprensión de conceptos eléctricos, se encontró que el Instituto 1 lidera con un alto porcentaje de respuestas "Totalmente de

Acuerdo", seguido por el Instituto 3. El Instituto 2 mostró un porcentaje menor en este aspecto. En relación con el enriquecimiento de la experiencia de aprendizaje, nuevamente el Instituto 1 obtuvo un alto porcentaje de respuestas "Totalmente de Acuerdo", seguido por el Instituto 3. El Instituto 2 mostró un porcentaje más bajo en este aspecto.

Por otra parte, la valoración de los simuladores como herramienta valiosa, el Instituto 1 destacó con un alto porcentaje de respuestas "Totalmente de Acuerdo", seguido por el Instituto 3. El Instituto 2 mostró un porcentaje menor en este aspecto. De igual manera, la efectividad para aprender sobre dispositivos y componentes eléctricos, el Instituto 1 lideró con un alto porcentaje de respuestas "Totalmente de Acuerdo", seguido por el Instituto 3. El Instituto 2 mostró un porcentaje más bajo en este aspecto.

En general, se puede concluir que el uso de simuladores virtuales es percibido como beneficio para el aprendizaje en electricidad en instituciones de Educación Superior. Los estudiantes del Instituto 1 tienden a tener las percepciones más positivas en todos los aspectos evaluados. El Instituto 2, mientras muestra una percepción positiva, tiende a tener porcentajes menores en comparación con los otros institutos en la mayoría de los aspectos. El Instituto 3 presenta percepciones positivas, aunque con porcentajes variables en diferentes aspectos. Además, estos resultados sugieren que el uso de simuladores virtuales puede mejorar la comprensión de conceptos eléctricos, enriquecer la experiencia de aprendizaje y ser percibido como una herramienta valiosa en la enseñanza de la electricidad. Así como, los simuladores virtuales pueden ser efectivos para aprender sobre dispositivos y componentes eléctricos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que este estudio se basó en la percepción de los estudiantes y no se evaluó directamente el impacto de los simuladores virtuales en el rendimiento académico. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios adicionales que incluyan medidas objetivas del aprendizaje y el rendimiento académico.

REFERENCIAS

- Abdur Rauf Magrabi, S. (2022). Technology Enabled Active Learning in Electrical Engineering. In *Active Learning - Theory and Practice*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.95930>
- Ben Ouahi, M., Ait Hou, M., Bliya, A., Hassouni, T., & Al Ibrahim, E. M. (2021). The Effect of Using Computer Simulation on Students' Performance in Teaching and Learning Physics: Are There Any Gender and Area Gaps? *Education Research International*, 2021, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/6646017>
- Bompard, E., Estebarsari, A., Mazza, A., Pons, E., & Solida, L. (2023). Innovative Higher Education Approaches for Power System Courses. *Education Sciences*, 13(1), 92. <https://doi.org/10.3390/educsci13010092>
- Campos, N., Nogal, M., Caliz, C., & Juan, A. A. (2020). Simulation-based education involving online and on-campus models in different European universities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0181-y>
- Dayagbil, F. T., Palompon, D. R., Garcia, L. L., & Olvido, M. M. J. (2021). Teaching and Learning Continuity Amid and Beyond the Pandemic. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.678692>
- Gong, W., Deng, F., Wang, X., & Chen, F. (2022). Discussion on the Reconstruction of Electrical Engineering Undergraduate Teaching Scheme Facing the New Generation Power System. *Frontiers in Energy Research*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.880444>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (M. G. H. Education (ed.)).

- Kabigting, L. D. C. (2021). Computer Simulation on Teaching and Learning of Selected Topics in Physics. *European Journal of Interactive Multimedia and Education*, 2(2), e02108. <https://doi.org/10.30935/ejimed/10909>
- Lin, J., & Zhang, Y. (2020). Research on the Application of Virtual Simulation Technology and Vocational Education Teaching. *Journal of Physics: Conference Series*, 1544(1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1544/1/012089>
- Liu, J. (2021). Application Analysis of Virtual Simulation Training Platform in Practical Teaching. *Journal of Physics: Conference Series*, 1961(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1961/1/012035>
- Mendoza Diaz, N. V., & Sotomayor, T. (2023). Effective teaching in computational thinking: A bias-free alternative to the exclusive use of students' evaluations of teaching (SETs). *Heliyon*, 9(8), e18997. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18997>
- Mohammed, C. (2020). Teaching Electricity Between Pedagogy and Technology (pp. 304–314). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1492-4.ch015>
- Simonova, O., Barashyan, V., Gampartsumov, A., & Khlebnikova, M. (2021). The application of reality simulators for improving the education quality at universities. *E3S Web of Conferences*, 273, 12081. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127312081>
- Sousa, R., Campanari, R., & Rodrigues, A. (2021). Virtual reality as a tool for basic and vocational education. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223–241. <https://doi.org/https://doi.org/10.21830/19006586.728>
- Strapasson, A., Ferreira, M., Cruz-Cano, D., Woods, J., do Nascimento Maia Soares, M. P., & da Silva Filho, O. L. (2022). The use of system dynamics for energy and environmental education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00309-3>
- Tuapanta, J., Duque, M., & Mena, A. (2017). ALFA DE CRONBACH para validar un cuestionario de uso de tic en docentes universitarios. *Revista MktDescubre*, 10, 37–48.
- Yu, P., Li, C., & Du, X. (2016). Application Study on the Virtual Reality Teaching Method of Electrical and Electronic Courses. *DEStech Transactions on Environment, Energy and Earth Science*, peee. <https://doi.org/10.12783/dteees/peee2016/3852>

- Zhang, D., Rong, C., Goh, H. H., Liu, H., Li, X., Zhu, H., & Wu, T. (2023). Reform of Electrical Engineering Undergraduate Teaching and the Curriculum System in the Context of the Energy Internet. *Sustainability*, 15(6), 5280. <https://doi.org/10.3390/su15065280>
- Zhao, Y. (2019). Construction of Virtual Simulation Laboratory in Higher Vocational Colleges (pp. 645–651). https://doi.org/10.1007/978-3-030-15740-1_86



INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO RUMIÑAHUI

Dr. Ángel Huerta
Rector

Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui

Av. Atahualpa 1701 y 8 de febrero

Sangolquí, Ecuador

Teléfono: (+593) 23524529

Correo electrónico: info@ister.edu.ec

CONECTIVIDAD

REVISTA CIENTÍFICA
CONECTIVIDAD