

EmprendeCiencia

Una Publicación del CIE Pánuco
Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Año 2025, vol. 4, núm. 2

EmprendeCiencia

Año 2025 vol. 4 núm. 2

ISSN 2954-5129

<https://www.panuco.tecnm.mx>

La Revista **EmprendeCiencia** es una publicación multidisciplinaria respaldada por el Centro de Innovación e Incubación Empresarial del Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco. Su objetivo principal es proporcionar un espacio destinado a la difusión de trabajos y proyectos relacionados con áreas como el emprendedurismo, el desarrollo empresarial, el desarrollo tecnológico, la innovación educativa y la innovación social. Esta revista sirve como un foro para que los investigadores y profesionales compartan sus conocimientos, avances y experiencias en estos campos, contribuyendo así al intercambio de ideas y al desarrollo de estas áreas de interés.

Los escritos presentes en esta revista han pasado por un riguroso proceso de evaluación realizado por especialistas en el campo, y las perspectivas expresadas en ellos son completamente responsabilidad de los autores. Tanto el contenido de los artículos como la responsabilidad asociada recaen en los autores y sus respectivas instituciones. La reproducción parcial o total del material de esta revista está permitida, siempre y cuando se obtenga la autorización de los autores y se haga una adecuada referencia al contenido original.



EMPRENDECIENCIA, Año 2025, número 2, volumen 4, agosto-diciembre 2025, Revista electrónica de publicación semestral emitida por el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco. Avenida Artículo Tercero Constitucional S/N Colonia Solidaridad, Panuco Veracruz C.P. 93990 teléfono 8462662898. <https://www.panuco.tecnm.mx>, emprendeciencia@panuco.tecnm.mx Editora Responsable Dra. Lilia Alejandra Alvarado Delfín, Número de reserva de derechos al uso exclusivo **04-2022-110414061500-102** y con **ISSN 2954-5129**. Otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Centro de Innovación e Incubación Empresarial, Dra. Lilia Alejandra Alvarado Delfín Avenida Artículo Tercero Constitucional S/N Colonia Solidaridad, Pánuco Veracruz C.P. 93990. Fecha de la última actualización 30 de diciembre del 2025.

Créditos

Directivos:

Lic. Joseph Cruz Martínez

Dirección General

Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco

Ing. Taurino Vargas Plata

Subdirección de Vinculación

Responsable del Centro de Innovación e Incubación Empresarial

Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco

Consejo Editorial:

Dra. Lilia Alejandra Alvarado Delfín

Editora Responsable / Coordinadora General

Diseño de portada

M.C.A. Manuel Cornelio Torres Maza

Dr. Gil Santana Esparza

Dra. Violeta Jiménez Zarate

Coordinadores Editoriales

Equipo Técnico:

Dr. Eric Álvarez Baltierra

Diseño web

Ing. Ludivina Valdés Tovar

Asistente Administrativa

Comité Editorial:

M.C.A Samira King Delgado

M.F. Luz Ángela Hernández Rivera

M.C.A. Jesús Muñiz Blanco

M.A. Marlene Pérez Arteaga

TecNM Campus Pánuco

Comité Científico

Dr. Arturo Ernesto Mares Gardea
TecNM Campus Gustavo A. Madero

Dr. Arturo López Marure
Instituto Politécnico Nacional

Dr. Adrián Vázquez Vázquez
Universidad Politécnica Altamira

Dr. Ernesto Cavazos Reyes
Fundación Solidaridad Latinoamericana

Dr. Jarniel García Morales
Dra. María Yasmín Hernández Pérez
TecNM Campus CENIDET

Dra. Jessica Ivonne Hinojosa López
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Dr. Ángel José Martínez Salinas
Universidad Nacional Autónoma de
México

Dra. Violeta Jiménez Zarate
M.C.A. Manuel Cornelio Torres Maza
M.C.A. Samira King Delgado
M.F. Luz Ángela Hernández Rivera
Dra. Julia Patricia Melo Morín
Dra. María de los Ángeles Ahumada Cervantes

TecNM Campus Pánuco

Dr. Jorge Alberto Galaviz Pérez
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Dr. Juan Carlos Manjarrez López
Universidad Tecnológica de Puebla

Dra. Liz del Carmen Cruz Netro
Instituto Tecnológico de Estudios
Superiores de Monterrey

Dr. Hugo Rojas Chávez
TecNM Campus Tláhuac II

M.I.T. Carlos Augusto Jiménez Zarate
Dra Mayra Elizabeth Brosing Rodríguez
Universidad Autónoma de Nuevo León

M.S.I. Rosa María Hernández Rejón
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dr. Marco Antonio Ríos Medina
Universidad Santander México

Dr. Gil Santana Esparza
Dra. Lilia Alejandra Alvarado Delfín
M.C.A. Jesús Muñiz Blanco
Dr. Eric Álvarez Baltierra
Dra. Esmeralda Guadalupe Rivera García

ÍNDICE

Administración y Optimización de Procesos en 'La Española': Simulación y Mejora del Servicio en Cajas de Cobro <i>Vázquez Moreno Edgar Jearvavi, García Bautista Vianey, Hernández Samusio Leslie Patricia, De la Luz Pardo Juan Manuel, Nicacio García Juan Pablo</i>	1
Pronósticos para series de tiempo intermitentes: Comparativa entre métodos tradicionales y aprendizaje automático con el conjunto de datos M5 <i>Lezama Gonzalez Karla Yvonne, Ponce Flores Mirna Patricia</i>	9
Uso y aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del ITSP <i>Kolansinsky Trejo María Cristina, Chavira Blanco Saúl, Rivera García Guadalupe Esmeralda, Jiménez Zarate Violeta.</i>	26
Las TIC y su contribución en el departamento de Recursos Humanos del ingenio Pantaleón de Pánuco, Veracruz Huerta <i>Reyes Elizama Joselim, Pérez Rodríguez Ingrid Pamela, Rivera García Guadalupe Esmeralda, Alvarado Delfín Lilia Alejandra</i>	39
Programa de atención Integral para disminuir la deserción escolar en el Instituto Tecnológico Superior de Ébano, S.L.P. <i>González Balderas Diana Elena, Dionicio García Grande</i>	50
Factores que afectan la productividad de las zapaterías en Pánuco, Veracruz. <i>González Arguelles Perla Yaquelin, Hernández Torres Naydeli Manuela, Jiménez Zárate Violeta, Rivera García Guadalupe Esmeralda</i>	62
Instrumento de investigación para evaluación inicial de rehabilitación cognitiva y comunicativa <i>Barrera Ruiz Fernando, Herrera Rodríguez Mauricio, Torres Maza Manuel Cornelio</i>	71
La apicultura como motor de desarrollo rural: un modelo de Economía Social Solidaria en Pánuco, Veracruz <i>Torres Maza Manuel Cornelio, Alvarado Delfín Lilia Alejandra</i>	99

Administración y Optimización de Procesos en ‘La Española’: Simulación y Mejora del Servicio en Cajas de Cobro

Vázquez Moreno Edgar Jearvavi¹, García Bautista Vianey², Hernández Samusio Leslie Patricia², De la Luz Pardo Juan Manuel², Nicacio García Juan Pablo²

¹TECNM-ITS de Pánuco

¹edgar.vazquez@itspanuco.edu.mx

²TECNM-ITS de Ciudad Hidalgo

RESUMEN

Palabras clave:
simulación, optimización de procesos, supermercados, atención al cliente, teoría de colas, ProModel.

El presente artículo expone una investigación orientada a optimizar el proceso de atención en la caja de cobro del supermercado “Almacén la Española” en Pánuco, Veracruz. Se identificó que la principal problemática radica en los largos tiempos de espera durante las horas pico, debido a la existencia de una sola caja de cobro. Mediante la aplicación de simulación en el software ProModel, se analizaron los tiempos de llegada y servicio de los clientes, modelando tanto el escenario actual como una propuesta de mejora que consiste en la apertura de una segunda caja. Los resultados muestran una reducción significativa en los tiempos de espera y en la longitud de las filas, así como una mejor distribución de la carga de trabajo entre el personal. Se concluye que la implementación de una caja adicional mejora la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente, representando una solución viable para el incremento de la productividad y la calidad del servicio.

ABSTRACT

Keywords:
simulation, process optimization, supermarkets, customer service, queueing theory, ProModel.

This article presents research aimed at optimizing the checkout process at “Almacén la Española” supermarket in Pánuco, Veracruz. The main issue identified is long waiting times during peak hours due to having only one checkout counter. Using ProModel simulation software, customer arrival and service times were analyzed, modeling both the current scenario and a proposed improvement involving the opening of a second checkout. The results show a significant reduction in waiting times and queue lengths, as well as a better distribution of workload among staff. It is concluded that implementing an additional checkout improves operational efficiency and customer satisfaction, representing a viable solution for increasing productivity and service quality.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la demanda y la competencia en el sector supermercados obliga a las empresas a optimizar sus procesos para ofrecer un servicio de calidad que genere confianza y satisfacción en los clientes (Cantú-González et al., 2016; Martínez, 2023). La gestión eficiente de los tiempos de espera en las cajas de cobro

es crucial, pues incide directamente en la percepción del servicio y la lealtad del cliente (Portilla et al., 2011; Pulido-Rojano et al., 2022). Las largas filas y los tiempos de espera excesivos pueden generar insatisfacción y pérdida de clientes, especialmente en horas pico (Vega, 2022).

La teoría de colas es una herramienta fundamental para analizar y mejorar los sistemas de atención al cliente, permitiendo modelar la interacción entre la demanda y la capacidad de servicio (Cevallos & Botto, 2019; Portilla et al., 2011). La simulación de procesos, por su parte, permite experimentar con diferentes escenarios y evaluar el impacto de cambios estructurales sin incurrir en costos reales, lo que la convierte en una técnica ideal para la toma de decisiones en ambientes complejos y variables (Cantú-González et al., 2016; Abdulatif et al., 2020).

En el caso de “Almacén la Española”, se identificó que la única caja de cobro disponible genera largas filas y tiempos de espera excesivos, especialmente en las horas pico (10:00 a 14:00 horas), afectando la satisfacción y la lealtad de los clientes. Este problema es común en supermercados y otros servicios donde la demanda supera la capacidad de atención, y su solución requiere un enfoque integral basado en la teoría de colas y la simulación (Portilla et al., 2011; Pulido-Rojano et al., 2022).

Objetivo

Optimizar el proceso de atención en la caja de cobro del supermercado “Almacén la Española” mediante la simulación de escenarios que permitan reducir los tiempos de espera y mejorar la satisfacción del cliente.

Hipótesis

La apertura de una segunda caja de cobro reducirá significativamente los tiempos de espera y mejorará la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

METODOLOGÍA

La investigación es de tipo descriptivo y experimental, basada en la observación directa de los procesos de atención en la caja de cobro. Se siguieron las mejores prácticas de simulación, que incluyen la definición clara del sistema, la recolección de datos, el desarrollo del modelo, la ejecución de simulaciones y el análisis de resultados (Cantú-González et al., 2016; Abdulatif et al., 2020).

Procedimiento

- 1. Mapeo y descripción del proceso:** Se identificaron y mapearon los pasos del proceso de atención en caja, desde la llegada del cliente hasta su salida del sistema.
- 2. Recolección de datos:** Se registraron los tiempos de llegada y servicio de los clientes durante diferentes horarios, especialmente en horas pico, mediante observación directa y cronometraje manual.
- 3. Análisis estadístico:** Los datos se analizaron utilizando Staff-Fit en ProModel, identificando que ambos tiempos se ajustan a una distribución lognormal: L(0.835, 0.672) para llegadas y L(0.725, 0.464) para servicio en caja 1 (Portilla et al., 2011).
- 4. Desarrollo del modelo de simulación:** Se modeló el proceso actual (una sola caja) y el propuesto (dos cajas) en ProModel, incorporando las distribuciones de llegada y servicio, así como las reglas de asignación de clientes a cajas y la disciplina FIFO (first-in, first-out) (Pulido-Rojano et al., 2022).
- 5. Ejecución de simulaciones:** Se realizaron simulaciones de 480 minutos para ambos escenarios, registrando variables clave como tiempo de espera, tiempo en el sistema, capacidad de la fila y utilización de las cajas.
- 6. Análisis y optimización:** Se compararon los resultados de ambos escenarios, identificando mejoras y oportunidades de optimización en el proceso.

7. **Validación y recomendaciones:** Se validaron los resultados con literatura especializada y se formularon recomendaciones para la implementación de la mejora (Cevallos & Botto, 2019; Abdulatif et al., 2020).

Herramientas y software

Se utilizó el software ProModel para la simulación de eventos discretos, siguiendo metodologías validadas en estudios recientes de optimización de procesos logísticos y de atención al cliente en supermercados y servicios (Vega, 2022; Abdulatif et al., 2020).

RESULTADOS

Escenario actual (una sola caja)

- **Tiempo promedio de espera en fila:** 1.66 minutos.
- **Tiempo promedio en el sistema:** 3.46 minutos.
- **Capacidad máxima de la fila:** 13 clientes.
- **Utilización de la caja:** 86.92% (Portilla et al., 2011).

Tabla 1. Resumen de resultados del escenario actual

Variable	Valor
Espera en fila (min)	1.66
Tiempo en sistema (min)	3.46
Capacidad fila	13
Utilización caja (%)	86.92

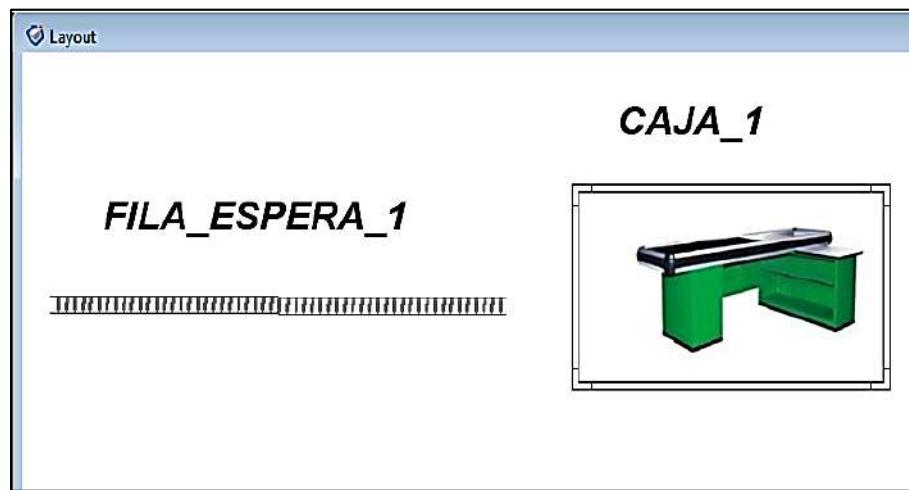


Figura 1. Layout del proceso de simulación de la española actual

Escenario propuesto (dos cajas)

- **Tiempo promedio de espera en fila:** 0.02 minutos.
- **Tiempo promedio en el sistema:** 1.33 minutos.
- **Capacidad máxima de la fila:** 5 clientes.
- **Utilización de la caja 1:** 55.34%.
- **Utilización de la caja 2:** 32.64% (Portilla et al., 2011).

Tabla 2. Resumen de resultados del escenario propuesto

Variable	Caja 1	Caja 2	Total
Espera en fila (min)	0.02	0.02	0.02
Tiempo en sistema (min)	1.33	1.33	1.33
Capacidad fila	5	5	5
Utilización caja (%)	55.34	32.64	-

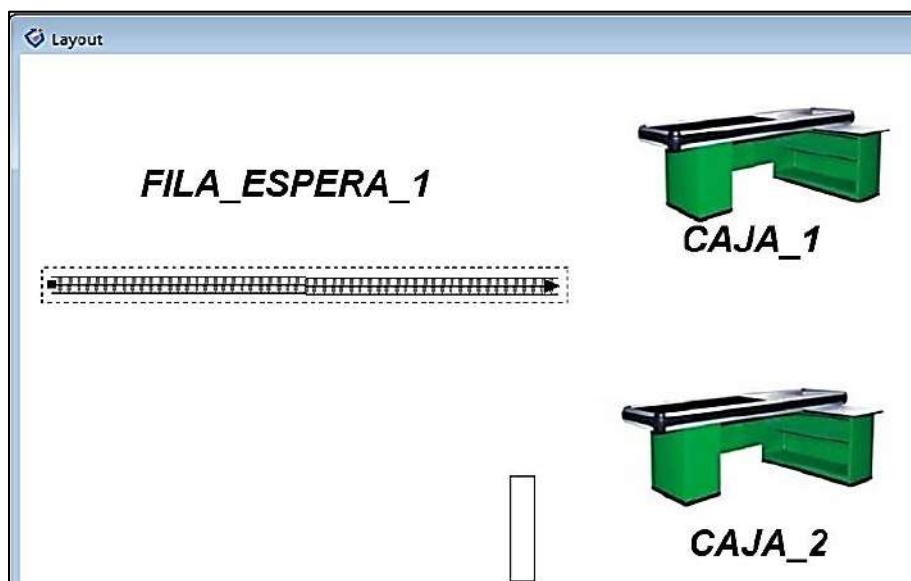


Figura 2. Layout del proceso de simulación de la española propuesto

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La apertura de una nueva caja permitió maximizar la atención al cliente, reduciendo el tiempo promedio de espera en la fila de 1.66 min a 0.02 min, y el tiempo en el sistema de 3.46 min a 1.33 min. La fila de espera disminuyó de 13 a 5 clientes, y la utilización de la caja principal bajó de 86.92% a 55.34%, mientras que la caja secundaria opera al 32.64%. Este resultado es consistente con la literatura, que señala que pequeños cambios en la capacidad de atención pueden generar mejoras significativas en la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa (Cevallos & Botto, 2019; Vega, 2022).

El uso de la simulación permitió identificar cuellos de botella y proponer soluciones de bajo costo, como la reasignación de personal o la apertura de cajas adicionales en horas pico, lo que coincide con experiencias exitosas en otros supermercados y empresas de servicios (Muñoz, 2019; Abdulatif et al., 2020).

DISCUSIÓN

La simulación demostró que la apertura de una segunda caja de cobro reduce drásticamente los tiempos de espera y el tiempo total que el cliente pasa en el sistema, lo que coincide con la literatura sobre la eficacia de la teoría de colas y la simulación para optimizar procesos de atención al cliente (Portilla et al., 2011; Pulido-Rojano et al., 2022; Cevallos & Botto, 2019). La mejor distribución de la carga de trabajo también contribuye a un ambiente laboral más favorable y a una mayor satisfacción tanto de clientes como de empleados (Cantú-González et al., 2016).

Además, la implementación de sistemas de gestión de filas basados en inteligencia artificial y el uso de tecnología de autoservicio pueden complementar la estrategia de reducción de filas y mejorar aún más la experiencia del cliente (Martínez, 2023; Abdulatif et al., 2020).

La simulación, como herramienta de análisis y optimización, permite experimentar con diferentes escenarios y predecir el comportamiento del sistema ante cambios estructurales, sin incurrir en costos reales (Cantú-González et al., 2016; Abdulatif et al., 2020). Este enfoque es especialmente útil en entornos donde la demanda es variable y los recursos son limitados.

CONCLUSIONES

El modelo simulado evidencia que la apertura de una segunda caja es una solución efectiva para disminuir los tiempos de espera y mejorar la calidad del servicio. Los beneficios incluyen una mejor distribución de recursos humanos, disminución significativa en el tiempo de espera, mejor calidad de servicio, mejor flujo de clientes y potencial incremento en la captación de nuevos clientes. La metodología empleada puede ser replicada en otros establecimientos con problemáticas similares, contribuyendo a la mejora continua de los procesos de atención al cliente (Vega Motrel, 2022; Pulido-Rojano et al., 2022; Abdulatif et al., 2020).

RECOMENDACIONES

- Analizar periódicamente los tiempos de espera y ajustar la dotación de cajas según la demanda (Cevallos & Botto, 2019).
- Capacitar al personal para operar de manera eficiente en picos de alta demanda (Muñoz, 2019).
- Implementar sistemas de monitoreo en tiempo real y tecnología de autoservicio para anticipar la apertura de cajas adicionales (Martínez, 2023).
- Aplicar la metodología de simulación para evaluar otros procesos críticos en el supermercado (Vega, 2022).
- Considerar la percepción subjetiva del cliente y estrategias para mejorar su experiencia durante la espera (Cantú-González et al., 2016).

LITERATURA CITADA

- Abdulatif, N., Yasser, S., Fahim, I., Emad, Y., Saleh, A., & Kassem, S. (2020). Decision support using simulation to improve productivity: A case study. *2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, 1120–1127. <https://doi.org/10.1109/DASA51403.2020.9317043>
- Cantú-González, J. R., Guardado García, M. C., & Balderas Herrera, J. L. (2016). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. *PAG*, (4), 1–15. <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/download/567/604>
- Cevallos, A., & Botto, S. (2019). Aplicación de un modelo híbrido de teoría de colas y algoritmo evolutivo para la optimización de la atención al cliente. *Ciencia UNEMI*, 12(31), 83–92. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol12iss31.2019pp83-92p>
- Martínez Ríos, E. (2023). Sistema de gestión para supermercados [Tesis de grado, Universidad de Granada]. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/95275/Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz, A. (2019). Mejora en la atención al cliente a través de la teoría de colas. Caso Distribuidora el Hueco S.A.S. [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/7190/1/Mejora_en_la_Atencion_al_Cliente_a_Traves_de_la_Toria_de_Colas.pdf
- Portilla, L. M., Arias Montoya, L., & Fernández Henao, S. A. (2011). Análisis de líneas de espera a través de teoría de colas y simulación. *Scientia et Technica*, 3(46), 56–61. <https://doi.org/10.22517/23447214.227>
- Pulido-Rojano, A., Verdeza-Villalobos, A., Martínez-Jiménez, B., Pérez-De-Ávila, K., Castellanos-Benítez, D., Sarmientopérez-Polo, J., & Pulido-Rojano, P. (2022). A discrete-event simulation model for the analysis of a waiting line system in port services: A case study. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 30(1), 145–156. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052022000100145>
- Vega Motrel, Á. (2022). Modelizado y simulación de procesos de supermercados [Trabajo fin de grado, Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/75481/1/TFG_ALVARO_VEGA_MOTREL.pdf

Pronósticos para series de tiempo intermitentes: Comparativa entre métodos tradicionales y aprendizaje automático con el conjunto de datos M5

Lezama Gonzalez Karla Yvonne, Ponce Flores Mirna Patricia

Universidad Autonoma De Tamaulipas
a2193338009@alumnos.uat.edu.mx

RESUMEN

Palabras clave:
Pronósticos de demanda
Series de tiempo
Demand intermitente
Métodos tradicionales
Aprendizaje automático

Los pronósticos son una herramienta esencial para la optimización de procesos logísticos y de inventario. Este estudio compara el desempeño de enfoques tradicionales y de aprendizaje automático para la predicción de demanda intermitente. Se implementaron los métodos de media móvil simple (SMA), Croston, redes neuronales recurrentes (RNN) y LightGBM, utilizando un subconjunto representativo del conjunto de datos M5, que incluye registros de ventas diarias de 3,049 productos en diversas tiendas y categorías. A través de la métrica WRMSSE, se analizan las diferencias en precisión entre los modelos, destacando el potencial de las técnicas de aprendizaje automático frente a métodos tradicionales en contextos de demanda esporádica.

ABSTRACT

Keywords:
Demand forecasting
Time series
Intermittent demand
Traditional methods
Machine learning

Forecasting is a key tool for optimizing logistics and inventory processes. This study compares the performance of traditional and machine learning approaches for intermittent demand prediction. The methods applied include Simple Moving Average (SMA), Croston, Recurrent Neural Networks (RNN), and LightGBM, using a representative subset of the M5 dataset, which contains daily sales records for 3,049 products across various stores and categories. Using the WRMSSE metric, the differences in accuracy between models are analyzed, highlighting the potential of machine learning techniques compared to traditional methods in scenarios of sporadic demand.

INTRODUCCIÓN

Este artículo tiene como finalidad comparar el desempeño de métodos tradicionales y de aprendizaje automático al realizar pronósticos sobre series de tiempo intermitentes (también conocida como predicción de demanda intermitente). Estas series se caracterizan por presentar largos períodos con valores nulos (cero), seguidos de valores positivos esporádicos. Este comportamiento irregular representa un reto considerable para los modelos de pronóstico, ya que muchas técnicas tradicionales asumen cierta regularidad o estacionalidad en los datos.

Para el análisis se utiliza un subconjunto de datos del conjunto de Competencias M5, el cual contiene información diaria de ventas unitarias de 3,049 productos distribuidos en tres categorías principales: Alimentos, Hobbies y Hogar. Estas categorías están divididas en siete departamentos y se comercializan en 10 tiendas ubicadas en California, Texas y Wisconsin (**S. Makridakis et al., 2022**).

En este estudio se comparan el método tradicional de media móvil simple (SMA), el método especializado para series intermitentes de Croston, y los modelos de aprendizaje automático LightGBM y redes neuronales recurrentes (RNN). La evaluación del desempeño se realiza utilizando la métrica especializada WRMSSE (Weighted Root Mean Squared Scaled Error), diseñada para conjuntos de datos jerárquicos como el M5; el objetivo es determinar qué tipo de enfoque resulta más eficaz al enfrentarse al desafío de pronosticar series de tiempo intermitentes, con implicaciones directas para la mejora de la gestión de inventarios y la optimización de la cadena de suministro en contextos reales.

DESARROLLO

Análisis de la serie de tiempo

Una serie de tiempo es una secuencia de observaciones de una variable en el tiempo, donde los valores de la variable se registran en momentos regulares y ordenados cronológicamente(**George E. P. Box et al., 2016**). Su análisis permite comprender el comportamiento de dicha variable, identificar patrones y generar pronósticos útiles para la toma de decisiones. Entre los principales componentes de

una serie de tiempo se encuentra la tendencia, ésta representa la dirección general en la que los datos de la serie de tiempo están evolucionando. La tendencia puede ser ascendente, descendente o mantenerse constante, y su identificación es fundamental para prever el comportamiento futuro de la demanda.

Series de Tiempo Intermitentes

Este tipo de series se caracterizan por contener una gran cantidad de valores igual a cero, los cuales corresponden a periodos sin demanda o sin eventos y que son interrumpidos por apariciones esporádicas de valores distintos de cero; generando un patrón irregular y discontinuo, que no sigue una tendencia clara ni una estacionalidad definida.

Una tendencia intermitente ocurre cuando una serie de tiempo presenta largos periodos sin cambios significativos, seguidos de picos esporádicos en los valores de la variable. Este comportamiento es característico de productos con demanda irregular, como repuestos o bienes de uso eventual, lo que dificulta su pronóstico y gestión (**Syntetos & Boylan, 2005**).

En la Figura 1, se muestra un ejemplo representativo del comportamiento de las series de tiempo intermitentes, específicamente se pueden observar los primeros cien días de la serie numero 16 del subconjunto seleccionado que corresponde a 22,116 series intermitentes de un total de 30,490 series de tiempo. Esta visualización permite observar la naturaleza irregular de la demanda, con valores cero durante la mayor parte del tiempo y picos esporádicos que reflejan eventos de consumo aislado.

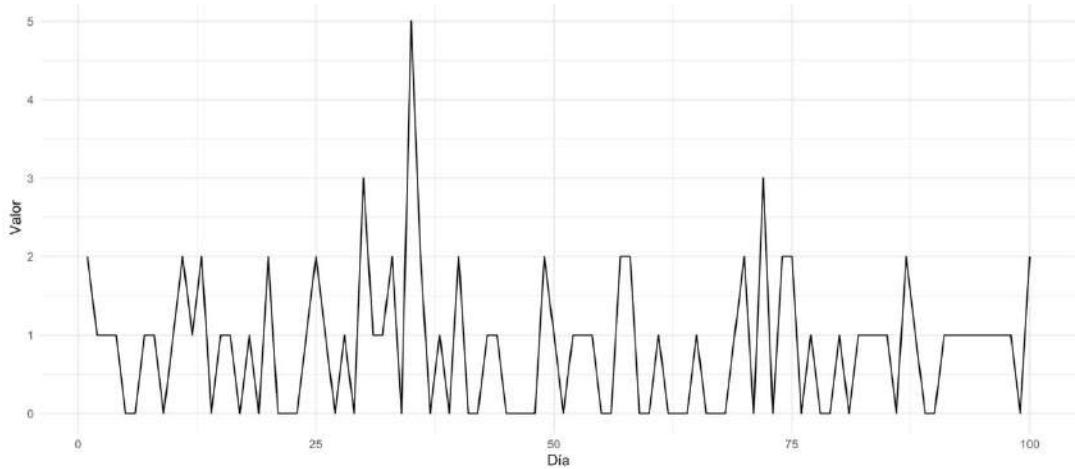


Figura 1. Primeras cien observaciones de la serie de tiempo intermitente numero16 del subconjunto de 22,116 series intermitentes.

Aplicaciones donde se utilizan series de tiempo intermitentes

Los siguientes casos, muestran solo algunas de las aplicaciones donde se requiere el uso de series de tiempo intermitentes.

- Inventarios de piezas de repuesto en industrias como la aeronáutica o la manufactura.
- Productos de baja rotación en supermercados.
- Eventos de venta esporádicos en productos perecederos.

Un caso ilustrativo ocurre en el sector **aeronáutico**. La gestión de inventarios en aerolíneas debe prever con precisión la demanda de repuestos críticos tales como los motores o componentes de aviónica que, aunque se usan poco, son esenciales para mantener las operaciones. Estos repuestos tienen un costo elevado y su falta de disponibilidad puede generar pérdidas millonarias por tiempo de inactividad. La demanda de estos artículos suele ser **intermitente**, es decir, ocurre de manera esporádica, con largos períodos sin movimiento. Esto representa un desafío

significativo para los encargados de materiales y logística (**Ghobbar & Friend, 2003; Wu et al., 2008**).

Otro ejemplo proviene del **comercio minorista**, especialmente con productos **perecederos**. A diferencia de los bienes almacenables, estos productos no pueden guardarse por mucho tiempo, por lo que se utilizan estrategias como **ventas periódicas o descuentos temporales**. Aunque la lógica de estas promociones no responde únicamente a la caducidad del producto, generan patrones de demanda intermitente. Las empresas ajustan precios estratégicamente para atraer ciertos perfiles de consumidores, provocando que algunos productos solo se vendan en momentos específicos (**Graves, 2017**).

Desafíos en el pronóstico de series intermitentes

Los métodos de pronósticos tradicionales como ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), Suavizamiento Exponencial o Promedios Móviles fueron diseñados para series con patrones relativamente regulares. En cambio, las series intermitentes presentan una naturaleza esporádica e irregular, con largos períodos sin eventos seguidos por picos de demanda difíciles de anticipar.

Por otro lado, los modelos de aprendizaje automático, aunque son útiles en contextos con grandes volúmenes de datos y patrones complejos, también enfrentan limitaciones importantes al tratar con series intermitentes, como: a) baja cantidad de datos informativos, b) riesgo de sobreajuste a valores atípicos, c) dificultades para capturar la estacionalidad o la tendencia cuando los datos son escasos o no lineales y d) uso inadecuado de métricas tradicionales como MAE (Mean Absolute Error) o RMSSE (Root Mean Squared Scaled Error), que no reflejan correctamente el error en contextos de alta intermitencia.

Por estas razones, se ha propuesto el uso de métricas especializadas como WRMSSE (Weighted Root Mean Squared Scaled Error), que consideran la estructura jerárquica y la escala de cada serie, permitiendo comparaciones más justas y relevantes entre métodos.

Conjunto de Datos de la competencia M5

El conjunto de datos M5 fue proporcionado por Walmart para la competencia M5 organizada por el M Open Forecasting Center (MOFC). Esta competencia tuvo como objetivo fomentar el avance de la teoría de pronósticos y su aplicación práctica tanto en entornos empresariales como sin fines de lucro **El conjunto de datos está disponible públicamente a través de la plataforma Kaggle, donde se llevó a cabo la competencia.**

Enlace a la competencia: <https://www.kaggle.com/competitions/m5-forecasting-uncertainty>

Características principales del conjunto de datos:

- Registra las ventas unitarias diarias de 3,049 productos individuales.
- Incluye datos de 10 tiendas ubicadas en diferentes estados de Estados Unidos.
- Comprende un total de 30,490 series temporales.
- Cada serie contiene 1,969 días de observaciones. Estos datos se dividieron en dos subconjuntos:
 - 1) Datos de validación, utilizados durante el proceso de entrenamiento para ajustar los modelos y afinar sus parámetros.
 - 2) Datos de evaluación, reservados exclusivamente para medir el desempeño final de los modelos mediante métricas como el WRMSSE.

Esta separación permite evaluar objetivamente la capacidad de generalización de los modelos entrenados.

Una característica destacada del conjunto M5 es la presencia significativa de series de demanda intermitente, lo que lo convierte en una fuente valiosa para investigaciones centradas en este tipo de patrones de demanda.

Criterios de clasificación:

La clasificación de las series de tiempo se llevó a cabo utilizando las métricas: Intervalo de demanda promedio (ADI) y Coeficiente de variación al cuadrado (CV^2), siguiendo la metodología propuesta por (**Syntetos & Boylan, 2005**).

La tipología resultante se describe a continuación:

La Tabla 1 presenta la clasificación de las series de tiempo del conjunto M5 según la tipología de (**Syntetos & Boylan, 2005**). Cada fila representa cada una de las categorías (Errática, Intermitente, Irregular o Suave) e incluye una descripción de sus características, el número total de series de tiempo que pertenecen a ella, su porcentaje relativo dentro del conjunto y los criterios técnicos usados para su clasificación (valores de ADI y CV^2). Esta estructura permite visualizar de forma clara la distribución y naturaleza de la demanda en cada grupo.

Tabla 1. Clasificación de las series de tiempo del conjunto M5 según la tipología de (Syntetos & Boylan, 2005)

Nombre	Criterio	Caracterización	Total de series	Porcentaje
Errática	$ADI < 1.32$ y $CV^2 \geq 0.49$	Presentan alta variabilidad y patrones de ventas impredecibles.	861 series	2.82%
Intermitente	$ADI \geq 1.32$ y $CV^2 < 0.49$	Caracterizadas por picos de ventas ocasionales y largos períodos sin ventas.	22,116 series	72.54%
Irregular	$ADI \geq 1.32$ y $CV^2 \geq 0.49$	Combinan picos significativos con inactividad prolongada.	5,614 series	18.41%
Suave	$ADI < 1.32$ y $CV^2 < 0.49$	Reflejan ventas constantes y baja variabilidad.	1,899 series	6.23%

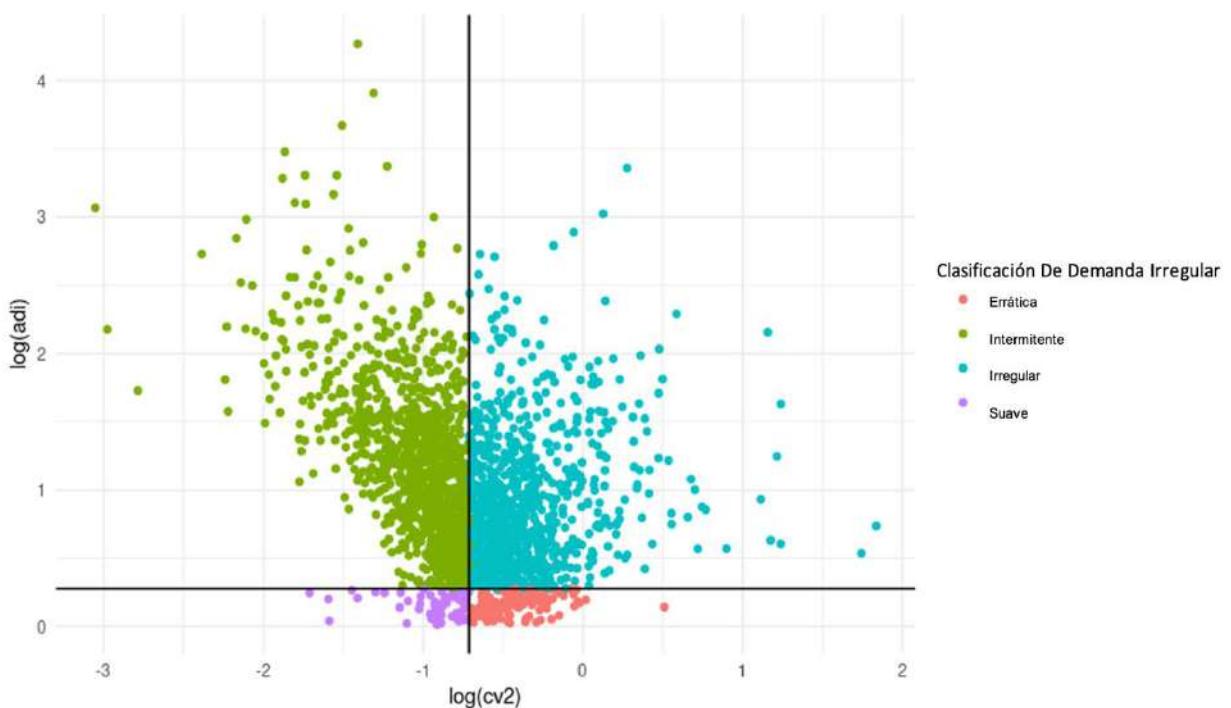


Figura 2. Clasificación de Demanda Irregular (Kourentzes, 2014).

Enfoques de Pronóstico: Métodos Tradicionales y de Aprendizaje Automático

Sistemas de pronósticos tradicionales aplicados a pronósticos de inventarios

Se refiere, a métodos clásicos y establecidos utilizados para predecir eventos futuros o estimar valores futuros en base a datos históricos. Estos métodos se basan en patrones y comportamientos pasados para realizar proyecciones, los siguientes dos métodos tradicionales se consideraron para la realización de este estudio:

SMA (Simple Moving Average): es una técnica estadística utilizada para suavizar y analizar series temporales. Este método calcula el promedio de un conjunto de datos dentro de una ventana deslizante de tamaño fijo, lo que ayuda a identificar tendencias al reducir la fluctuación de los datos. El SMA es particularmente útil para series temporales con patrones estacionales o de tendencia moderada, ya que facilita la visualización de la dirección general de los datos a lo largo del tiempo (Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

Método de Croston: propuesto por J.D. Croston en 1972, es una técnica especializada para pronosticar demandas intermitentes, es decir, aquellas que no ocurren con regularidad y que pueden tener muchos períodos con valor cero. A diferencia de otros métodos que fallan en estas condiciones, Croston divide el análisis en dos partes: la cantidad solicitada y el intervalo de tiempo entre cada solicitud, luego, utiliza estas dos estimaciones para calcular una tasa de demanda por período, lo que lo convierte en una opción más adecuada para este tipo de datos(Xu et al., 2012).

Sistemas de pronóstico de inventarios utilizando aprendizaje automático

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la forma en que abordamos problemas complejos, y dentro de ella, el Aprendizaje Automático destaca como una disciplina clave, se centra en utilizar datos y algoritmos para imitar el proceso de aprendizaje humano, mejorando la precisión de las predicciones y decisiones (Domingos, 2015). Aplicado al pronóstico de inventarios, el aprendizaje automático permite detectar patrones complejos y adaptarse a cambios abruptos en la demanda, logrando así proyecciones más precisas. Esto es especialmente útil cuando se trabaja con grandes volúmenes de datos o con series de tiempo que presentan comportamientos irregulares. A diferencia de los métodos tradicionales, estos modelos pueden ajustarse dinámicamente y ofrecer resultados más robustos ante fluctuaciones inesperadas.

Los siguientes dos enfoques son utilizados para pronosticar series intermitentes: LightGBM y Redes Neuronales Recurrentes (RNN).

LightGBM: Modelo basado en GBDT (Gradient Boosting Decision Tree) desarrollado por Microsoft en 2017, optimizado para manejar grandes volúmenes de datos y mejorar la eficiencia en el entrenamiento. Utiliza un algoritmo de histograma que divide los valores continuos en intervalos. Este modelo es útil en la predicción de demanda intermitente, ya que maneja patrones complejos y previene el sobreajuste mediante regularización(Ju et al., 2019).

Redes neuronales recurrentes (RNN)

Las Redes Neuronales Recurrentes son modelos diseñados para trabajar con datos secuenciales, como las series de tiempo. Su estructura les permite conservar información de eventos pasados, lo cual es esencial cuando los valores actuales dependen del historial anterior.

Una de sus principales ventajas es la capacidad de modelar relaciones complejas entre los tiempos y los tamaños de demanda pasados, logrando adaptarse a contextos con alta variabilidad. Todo esto se alcanza con un bajo costo computacional, lo que convierte a las RNN en una herramienta poderosa para el pronóstico de inventarios intermitentes o con patrones no evidentes (**Turkmen et al., 2019**).

Metrica de Evaluacion: WRMSSE

La metrica *Weighted Root Mean Squared Scaled Error* (WRMSSE) es utilizada para evaluar la precisión de los métodos de pronóstico cuando se trabaja con múltiples series de tiempo que presentan diferentes escalas y niveles de importancia. Esta métrica extiende la métrica Root Mean Squared Scaled Error (RMSSE), al incorporar pesos que reflejan la relevancia de cada serie, lo que permite una evaluación global más representativa y equitativa.

Se utiliza ampliamente en competencias como la de M5 debido a que considera la escala de cada serie al escalar los errores respecto a un modelo de referencia, como el pronóstico Naïve. Además, pondera el impacto de cada serie en función de su volumen o valor económico, evitando que aquellas con menor relevancia afecten desproporcionadamente el resultado global.

La fórmula general aplicada en la competencia M5 es la siguiente:

$$WRMSSE = \sum_{i=1}^n w_i * RMSSE_i$$

Elementos clave de la fórmula:

- w_i : Peso asignado a la i -ésima serie de la competencia.

- RMSSE_i: RMSSE calculado para la i-ésima serie(**S. , S. E. , & A. Makridakis, 2020**).

Esta métrica es útil para comparar modelos en un entorno con series de tiempo muy diferentes, como en el M5. Permite evaluar mejor el desempeño de los métodos de pronóstico en situaciones reales, como la gestión de inventarios, la demanda o la logística.

Experimentación

La experimentación se centró en comparar el rendimiento de métodos tradicionales (como Croston y SMA) y de aprendizaje automático (como RNN y LightGBM) utilizando series de demanda intermitente. Para ello, se trabajó con un subconjunto representativo del conjunto de datos M5.

Selección y enfoque del estudio

Para este estudio, se seleccionaron **2,216 series intermitentes** extraídas del subconjunto de **22,116 series clasificadas como intermitentes**, dentro del total de **30,490 series** del conjunto de datos M5. Estas series se caracterizan por presentar **largas periodos sin actividad de ventas**, interrumpidos por **picos esporádicos de demanda**.

La clasificación se basó en la metodología propuesta por (**Syntetos & Boylan, 2005**), quienes definen como intermitentes aquellas series que cumplen con los siguientes criterios:**ADI ≥ 1.32 y $CV^2 < 0.49$** (ver Tabla 1).

A continuación, en la Figura 3 se presenta una representación de cómo se dividen las 2,216 series intermitentes en conjuntos de entrenamiento y prueba.



Figura 3. Segmentación de las series de tiempo intermitentes en entrenamiento y prueba.

El conjunto de datos se dividió en un periodo de entrenamiento de 1,941 días y un periodo de prueba de 28 días, el cual fue utilizado para la evaluación final del desempeño de los modelos. Las series seleccionadas se caracterizan por tener largos períodos sin actividad de ventas, interrumpidos por picos esporádicos de demanda.

Esta experimentación tiene como objetivo conocer y comparar el comportamiento de métodos tradicionales y de aprendizaje automático al trabajar con series de demanda intermitente. Para la evaluación se utilizó la métrica WRMSSE, la misma empleada en la competencia M5

Metodología

La metodología propuesta y desarrollada en este estudio tiene el propósito de evaluar el rendimiento de distintos enfoques de pronóstico al trabajar con series de demanda intermitente, como se muestra en la **Figura 4**.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Figura 4 el proceso metodológico**
esta compuesto de las siguientes etapas.

1. **Selección del conjunto de datos:** se segmentó el conjunto de series de tiempo de M5, el cual contiene un total de 30,490 series de tiempo. A partir de este, se identificaron 22,116 series intermitentes utilizando los criterios de **(Syntetos & Boylan, 2005)**, quienes definen una serie como intermitente si cumple con:

$$\text{ADI} \geq 1.32 \text{ y } \text{CV}^2 < 0.49$$

2. **Muestreo:** de las series intermitentes identificadas, se seleccionó una muestra representativa del 10%, conformada por 2,216 series de tiempo.
3. **Segmentación temporal:** Cada una de las series seleccionadas fue dividida en 1,941 observaciones para entrenamiento y 28 observaciones para prueba. Esta división permitió evaluar la capacidad predictiva de los modelos en un periodo reciente y no observado durante el entrenamiento.
4. **Generación de pronósticos:** Se aplicaron dos enfoques distintos para generar pronósticos:
 - **Métodos tradicionales**, como Croston y Promedio Móvil Simple (SMA).
 - **Modelos de aprendizaje automático**, como Redes Neuronales Recurrentes (RNN) y LightGBM.
5. **Evaluación del desempeño:** La precisión de los modelos fue evaluada utilizando la métrica **WRMSSE (Weighted Root Mean Squared Scaled Error)**, la cual pondera el error de cada serie de acuerdo con su importancia en la jerarquía de ventas. Esta métrica fue utilizada también en la competencia de M5, lo que permite comparabilidad con otros enfoques reportados en la literatura.

Todas las implementaciones se realizaron en el entorno **R**, versión 4.0.4, utilizando paquetes especializados en pronóstico y aprendizaje automático, tales como: m5, tsintermittent, smooth, keras, lightgbm, Metrics, greybox, tidyverse, ggplot2 y

zeallot. Esta experimentación permite observar las diferencias en el desempeño entre técnicas tradicionales y métodos de aprendizaje automático al trabajar con datos altamente intermitentes.

RESULTADOS

A continuación, se presenta la Tabla 2 con los promedios de error obtenidos mediante la métrica WRMSSE para cada modelo generado, los cuales están ordenados de menor a mayor. Esta comparación permite identificar cuáles métodos ofrecieron mejores resultados en el pronóstico de series intermitentes.

Tabla 2. Promedio de los errores acorde con la métrica WRMSSE para las 2,216 series de tiempo intermitentes seleccionadas

CROSTON	SMA	RNN	LIGHTGBM
0.0109	0.0111	0.0112	0.0171

También se incluye una gráfica de barras en la Figura 5, que muestra visualmente los valores promedio de WRMSSE, lo cual facilita la comparación entre los distintos métodos evaluados.

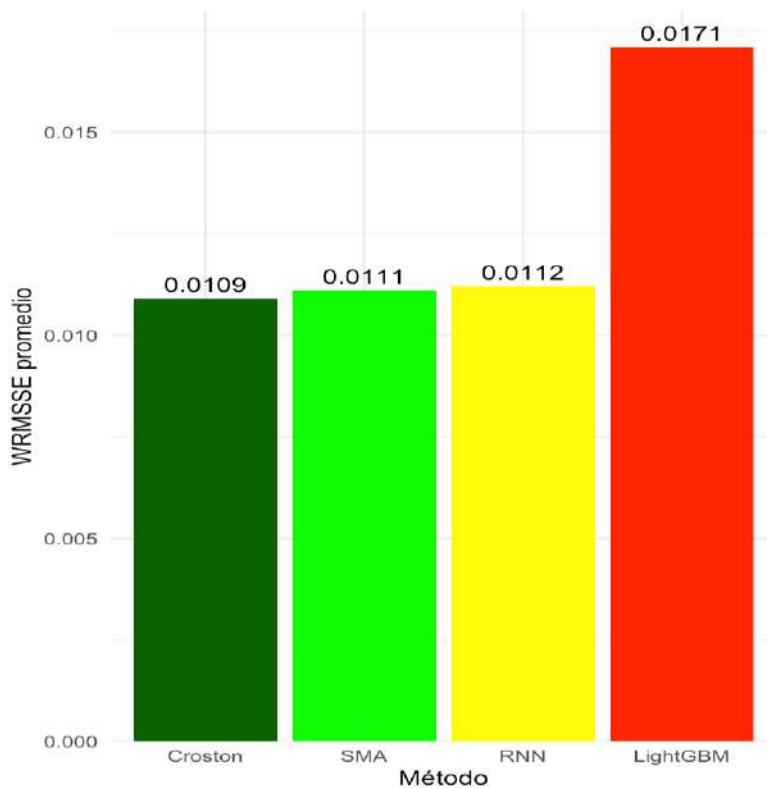


Figura 5. Comparación de métodos según el promedio de error WRMSSE. Elaboración propia

En este estudio se evaluaron 2 216 series de demanda intermitente, es decir, productos cuya venta ocurre de manera irregular, mediante cuatro métodos de pronóstico, con el objetivo de identificar cuál ofrecía el mejor desempeño. Contrario a lo que podría esperarse de un modelo avanzado, LightGBM registró el peor rendimiento promedio entre los métodos evaluados.

Es importante señalar que LightGBM fue el modelo ganador en la competencia original del conjunto de datos M5, la cual incluyó un total de 30 490 series temporales. Sin embargo, en este experimento centrado exclusivamente en un subconjunto de 2 216 series intermitentes (aproximadamente el 10 % del total de series intermitentes) dicho modelo no resultó ser el más adecuado. Esta diferencia de desempeño pone de manifiesto cómo el comportamiento de un modelo puede variar según la naturaleza específica de los datos. El análisis de esta discrepancia

se desarrolla con mayor detalle en la sección de Discusión. En conclusión, nuestros hallazgos subrayan la necesidad de seleccionar el método de pronóstico en función de las características específicas de los datos: en escenarios de alta intermitencia, un enfoque sencillo y bien aplicado puede superar a los modelos más avanzados, al menos dentro de un subconjunto reducido de series.

Discusión

Los resultados obtenidos en este análisis permiten reflexionar sobre una idea común en el análisis de datos acerca de que *los modelos más avanzados siempre ofrecen el mejor rendimiento*. Al trabajar con series de demanda intermitente, es decir, con largos períodos sin ventas y picos esporádicos se observó que los métodos simples o especializados en este tipo de datos resultaron ser más eficaces.

Entre los modelos evaluados, el método de Croston destacó por su capacidad para adaptarse al comportamiento irregular de las series. A pesar de su simplicidad, ofreció mejores resultados que otros enfoques, incluidos modelos avanzados como LightGBM, que aunque potentes, pueden no ser los más adecuados sin una cuidadosa adaptación a datos irregulares. Incluso una red neuronal recurrente (RNN) logró superar a LightGBM, pero el mejor desempeño, dentro del conjunto evaluado, fue el del método de Croston.

Es importante subrayar que este resultado **no implica que Croston sea el mejor método en términos generales**, sino que fue **el más apropiado para las características específicas de las series utilizadas en esta experimentación**. Además, el análisis se realizó sobre una muestra del 10 % del total de las series, por lo que las conclusiones deben interpretarse dentro de ese alcance.

Cabe resaltar que el modelo basado en LightGBM utilizado por el equipo ganador de la competencia M5 (YJ_STU) fue una solución compuesta, integrada por seis variantes distintas de entrenamiento, que incluían tanto enfoques recursivos como no recursivos. Estos modelos se entrenaron sobre distintos niveles jerárquicos de los datos (producto–tienda, categoría–tienda, departamento–tienda), y su

combinación final se realizó mediante un promedio aritmético de sus predicciones, lo que permitió capturar distintos patrones de comportamiento (**S. Makridakis et al., 2022a**). Esta estrategia híbrida contribuyó al alto desempeño general de LightGBM en la competencia, aunque su efectividad disminuyó en series con alta intermitencia, como se observa en el presente estudio.

Este tipo de hallazgos puede ser especialmente útil para organizaciones que necesitan soluciones prácticas, ya que los modelos simples no solo pueden ofrecer buen rendimiento, sino que también son más fáciles de implementar, interpretar y mantener.

REFERENCIAS

- Domingos, P. (2015). *The Master Algorithm How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World* (A Member of the Perseus Books Group, Ed.). Basic Books.
- George E. P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel, & Greta M. Ljung. (2016). *Time Series Analysis*.
- Ghobbar, A. A., & Friend, C. H. (2003). Evaluation of forecasting methods for intermittent parts demand in the field of aviation: a predictive model. In *Computers & Operations Research* (Vol. 30). www.sciencedirect.comwww.elsevier.com/locate/dsw
- Graves, J. L. (2017). *SALES AND PERISHABLE PRODUCTS*. <https://ssrn.com/abstract=3044381>
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice* ((2nd ed)). <https://otexts.com/fpp2/moving-averages.html>
- Ju, Y., Sun, G., Chen, Q., Zhang, M., Zhu, H., & Rehman, M. U. (2019). A model combining convolutional neural network and lightgbm algorithm for ultra-short-term wind power forecasting. *IEEE Access*, 7, 28309–28318. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2901920>
- Kourentzes, N. (2014). *Intermittent demand forecasting package for R*. <https://kourentzes.com/forecasting/2014/06/23/intermittent-demand-forecasting-package-for-r/>
- Makridakis, S. , S. E. , & A. (2020). *THE M5 COMPETITION Competitors' Guide Contents*.
- Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2022a). M5 accuracy competition: Results, findings, and conclusions. *International Journal of Forecasting*, 38(4), 1346–1364. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.013>
- Makridakis, S., Spiliotis, E., & Assimakopoulos, V. (2022b). The M5 competition: Background, organization, and implementation. *International Journal of Forecasting*, 38(4), 1325–1336. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.07.007>
- Syntetos, A. A., & Boylan, J. E. (2005). The accuracy of intermittent demand estimates. *International Journal of Forecasting*, 21(2), 303–314. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2004.10.001>
- Turkmen, A. C., Wang, Y., & Januschowski, T. (2019). *Intermittent Demand Forecasting with Deep Renewal Processes*. <http://arxiv.org/abs/1911.10416>
- Wu, X., Kumar, V., Ross Quinlan J, Ghosh, J., Yang, Q., Motoda, H., McLachlan, G. J., Ng, A., Liu, B., Yu, P. S., & Zhou, Z.-H. (2008). *Top 10 algorithms in data mining*. <https://doi.org/10.1007/s10115-007-0114-2>.
- Xu, Q., Wang, N., & Shi, H. (2012). A Review of Croston's method for intermittent demand forecasting. *Proceedings - 2012 9th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2012*, 1456–1460. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2012.6234258>

“Uso y aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del ITSP”

Kolansinsky Trejo María Cristina, Chavira Blanco Saúl, Rivera García Guadalupe Esmeralda, Jiménez Zarate Violeta.

*Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
esmeralda.rivera@itspanuco.edu.mx*

RESUMEN

Palabras clave:

TIC, aplicación, enseñanza y aprendizaje.

A nivel global, las TIC han revolucionado la educación superior, facilitando el acceso al conocimiento y transformando la manera de enseñanza y aprendizaje, el objetivo es analizar el uso y la aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del ITSP. La presente investigación se llevará a cabo bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental de tipo transversal. Se empleará un análisis descriptivo con alcance exploratorio, con el propósito de examinar cómo las TIC influyen en el proceso de enseñanza aprendizaje de la carrera. Se obtendrán datos primarios a través de la aplicación de encuestas dirigidas a los estudiantes de la carrera. Entre los resultados se encontró que los estudiantes tienen un nivel medio-alto en acceso y uso de herramientas tecnológicas con un promedio de 3.79, perciben una integración moderada-alta de las TIC en la enseñanza con un promedio de 3.86, consideran que las TIC mejoran el aprendizaje y competencias profesionales. Se concluye que las TIC están bien integradas en la educación, fomentan el aprendizaje, habilidades profesionales y la organización, aún existen áreas clave para mejorar, como motivación, infraestructura y capacitación docente.

ABSTRACT

Keywords:

ICT, application, teaching and learning.

At a global level, ICT has revolutionized higher education, facilitating access to knowledge and transforming the way of teaching and learning. The objective is to analyze the use and application of ICT in the teaching-learning process of students in the Business Management Engineering program at ITSP. This research will be conducted under a quantitative approach, with a non-experimental cross-sectional design. A descriptive analysis will be employed with exploratory scope, aiming to examine how ICT influences the teaching-learning process of the program. Primary data will be obtained through the application of surveys directed at the students of the program. Among the results, it was found that students have a medium-high level in access and use of technological tools with an average of 3.79, perceive a moderate-high integration of ICT in teaching with an average of 3.86, and believe that ICT enhances learning and professional competencies. It is concluded that ICT are

well integrated into education, promote learning, professional skills, and organization, yet there are still key areas for improvement, such as motivation, infrastructure, and teacher training.

INTRODUCCIÓN

A nivel global, las TIC han revolucionado la educación superior, facilitando el acceso al conocimiento y transformando la manera de enseñanza y aprendizaje. La UNESCO destaca que las TIC proporcionan mejores oportunidades específicas para fortalecer los procesos educativos y promover el aprendizaje sostenible a lo largo del tiempo (**Carvajal-Morales et al., 2024**). Diferentes países en todo el mundo han promulgado planes respaldados por políticas y han proporcionado millones de dólares para la infraestructura de las TIC y la formación de desarrollo profesional para los docentes (**Aidoo & Chebure, 2024**). La integración de las TIC es esencial para que el sistema educativo se adapte a las nuevas exigencias y desafíos que esta era digital impone (**Valecillos, 2019**).

Haciendo un análisis histórico, se tienen registros de que hace 1700 generaciones que surge el hombre moderno y se desarrolla las relaciones comerciales, mucho más tarde. Hace 300 generaciones se desarrolla la escritura y se transmite lo que fue el conocimiento de manera más precisa, esto supuso uno de los adelantos más relevantes en la historia del conocimiento humano. Tan solo hace 35 generaciones se desarrolla la imprenta y con ello un gran paso se da en la trasmisión del saber que se extiende por lugares y a personas que nunca habían contado con acceso (**Borges Chamorro y Vizoso, 2014**).

La tecnología se ha convertido en el motor central de oportunidades, que permiten innovar en la educación, donde los resultados obtenidos, producto de este impacto científico deberán encontrar la solución a problemas sociales-educativos útiles para el desarrollo (**Hernandez, 2017**).

En el Instituto Superior de Pánuco en la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, afronta el desafío de adaptarse a un entorno educativo cada vez más influido por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Estas

tecnologías tienen el potencial de aumentar el proceso de enseñanza-aprendizaje, disminuyendo la dificultad al acceso de los recursos educativos y fomentar así la colaboración y la innovación (**UNESCO, 2020**). Sin embargo, existe una brecha significativa en el nivel de aprovechamiento de estas herramientas, tanto por parte de los maestros como alumnos, lo que limita la efectividad de su implementación (**García y Rodríguez, 2019**). Una limitante en la actualidad es la brecha digital de acceso, originada por la falta de equipamiento o por falta de conexión a Internet. Aspectos socio-económicos y geográficos pueden llegar a dificultar la conexión, siendo estos los sectores de población más desfavorecida y las zonas rurales o con mayores índices de despoblación los que cuentan con menor acceso de calidad (**Suárez Lantarón y & García-Perales, 2021**). Actuales publicaciones señalan el origen del término brecha digital que fue utilizado por primera vez a mediados de la década de los noventas en un reporte oficial por la Administración Nacional de Información y Telecomunicaciones del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. Inicialmente, la brecha digital se refería a la desigualdad entre aquellos que tenían o no tenían acceso físico a las TIC. Pipa Norris fue una de las precursoras en la construcción del concepto al plantear distintos tipos de brecha: la brecha social, y la brecha democrática (**Gómez Navarro et al., 2018**).

El principal problema se centra en la baja adopción y aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de IGE en el ITSP. Esta situación puede atribuirse a varios factores entre los que destacan: la falta de capacitación y actualización docente en el uso de herramientas digitales. Al identificar y analizar los factores que inciden en el uso de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, el estudio aporta a la educación elementos valiosos para lograr la inclusión de estas en el aula (**Said-Hung et al., 2024**), otros aspectos son la carga de trabajo, los equipos y conexiones a internet instalados, conocimientos previos del alumno.

Nunca como ahora se ha requerido de un aprendizaje continuo en los diversos campos profesionales (**Escontrela Mao y Stojanovic Casas, 2004**). Como parte de este estudio se diseñó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influyen

las TIC en el rendimiento académico y la participación de los estudiantes en el ITSP? Esta formulación permitió los objetivos y delimitar el alcance del análisis.

El objetivo general es analizar el uso y la aplicación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del ITSP, identificando su impacto en la formación académica, el progreso de competencias digitales y la mejora del desempeño estudiantil.

En la educación, el acceso y la masificación de la infraestructura digital ha incitado la necesidad de conceptualizar y reconceptualizar desde diversas aristas el término alfabetización digital como una manera de entender cuáles son las habilidades que se requieren para poder participar en un mundo hiperconectado (**George Reyes y Avello-Martínez, 2021**). Las TIC son especialmente los recursos telemáticos, sin duda estos avances tecnológicos tienen potencial para servir como instrumento educativo y de comunicación diaria (**Vargas, 2005**). Su carencia debe ser objeto de estudio e interés tanto para el desarrollo personal como social (**Cañón Rodríguez et al., 2016**).

La innovación educativa es un proceso enfocado a la solución de problemas de calidad, eficiencia y efectividad en el área educativa, resultado de un proceso participativo de planificación, que emerge desde la práctica educativa del profesorado y que verifica las creencias de docentes, y propone formas alternativas de enseñar y aprender. Esto puede aplicarse tanto a productos o servicios, buscando la generación de nuevas ideas y su implementación para alcanzar fines y objetivos establecidos (**Pincay-Chiquito y Cuero-Delgado, 2024**).

El simple uso de los recursos digitales no se traduce en una mejora del proceso educativo, ya que la pieza esencial para conseguir buenos resultados se basa en el diseño de tareas didácticas adecuadas (**Castillo López, 2020**). Las nuevas tecnologías aumentan el contacto con las familias, como en España ya cuentan con Internet en casa cerca de un 30% de las familias (**Marqués Graells, 2012**).

METODOLOGÍA

La presente investigación se llevará a cabo bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental de tipo transversal. Se empleará un análisis descriptivo con alcance exploratorio, con el propósito de examinar cómo las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) influyen en el proceso de enseñanza aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE). Se obtendrán datos primarios a través de la aplicación de encuestas dirigidas a los estudiantes de la carrera. Este enfoque permitirá recolectar datos numéricos que faciliten el análisis y comprensión de las variables estudiadas.

RESULTADOS

En este artículo se analiza el impacto acerca de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la formación de los alumnos de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del instituto Tecnológico Superior de Pánuco (ITSP).

Los resultados están organizados por secciones que se encuentra en la Figura 1 que evalúan el acceso, dominio, integración, impacto y además satisfacción con las TIC.

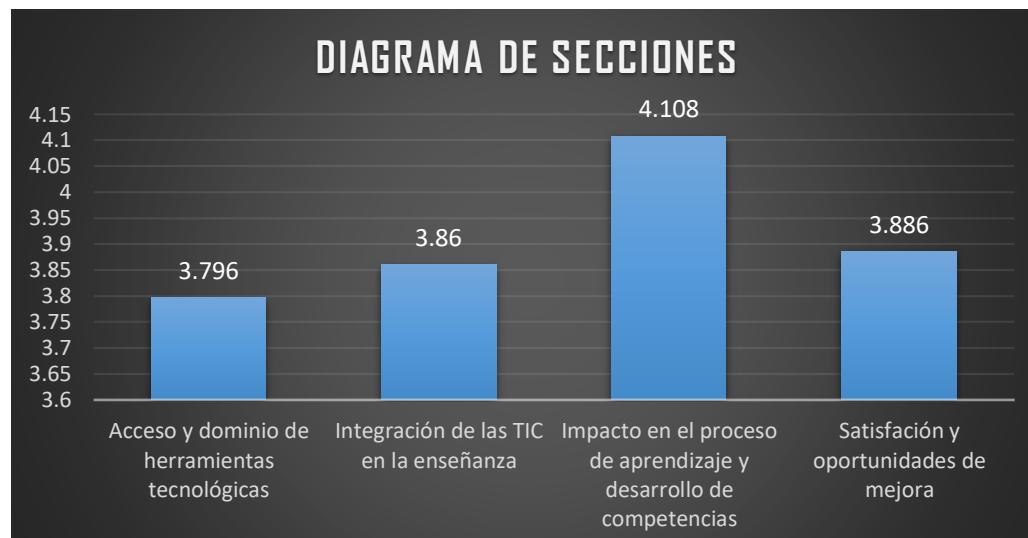


Figura 1: Promedios por sección

Fuente: elaboración fuente propia.

Acceso y dominio de herramientas tecnologicas: Promedio general: 3.79. Esto indica que los estudiantes tienen un nivel medio-alto en acceso y habilidades básicas para usar herramientas tecnológicas.

Integración de las TIC en la enseñanza: Promedio general: 3.86. Los estudiantes perciben una integración moderada-alta de las TIC por parte de los docentes.

Impacto en el aprendizaje y desarrollo de competencias: Promedio general: 4.10. Las TIC son vistas como útiles para mejorar el aprendizaje y desarrollar competencias relevantes para su futuro profesional.

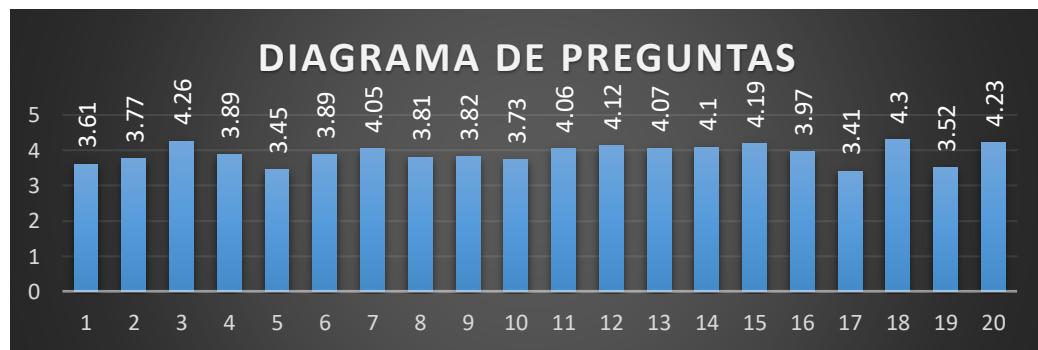
Satisfacción y oportunidades de mejora: Promedio general: 3.88. Aunque los alumnos están satisfechos, hay espacio para mejorar la infraestructura y capacitación tecnológica.

Algunas de las preguntas más destacadas son:

La retroalimentación digital por parte de los docentes tiene un promedio de 4.05, indicando que es considerada oportuna y útil.

El uso de herramientas tecnológicas para optimizar tiempo y organización tiene un promedio de 4.1.

La motivación generada por las TIC tiene un promedio ligeramente menor a 3.57, lo que podría ser un área para mejorar. El promedio se encuentra en la Figura 2.



*Figura 2: Promedios por pregunta,
Fuente: Elaboración propia.*

Análisis de Alfa de Cronbach

Varianza total: 175.677, reflejando una diversidad significativa en las respuestas individuales, se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados obtenidos y varianza total, fuente propia.

Sujeto	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	Item 10	Item 11	Item 12	Item 13	Item 14	Item 15	Item 16	Item 17	Item 18	Item 19	Item 20	Total
1	5	5	5	5	2	4	5	5	3	5	5	5	5	4	3	2	4	2	4	83	
2	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	70
3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	41	
4	5	5	4	4	2	4	4	4	3	4	4	3	2	4	4	4	3	3	2	4	72
5	2	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	5	4	3	71
6	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	95
7	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	3	4	85
8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	60
9	3	5	5	4	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	95
10	4	5	3	5	3	4	5	3	4	4	4	4	4	5	4	3	4	3	5	80	
11	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	99
12	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	90
13	5	4	4	3	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	3	5	3	5	84
14	5	5	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	5	3	5	82
15	4	4	5	4	4	5	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	5	3	5	81
16	4	3	3	5	3	5	3	1	5	5	5	5	5	5	5	1	4	4	2	3	76
17	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	79
18	4	3	4	2	1	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	72
19	4	3	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	87
20	3	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	3	5	5	4	5	5	89

21	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	1	4	4	4	4	4	4	3	4	2	3	71
22	2	4	4	5	3	4	2	4	4	4	4	5	4	3	5	5	2	5	2	4	75	
23	3	3	4	3	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	86	
24	1	3	3	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	4	3	2	5	3	5	77
25	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	95
26	3	3	5	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	5	5	3	76	
27	2	4	5	4	4	4	4	5	3	3	3	3	4	3	4	4	3	5	4	4	75	
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	57
29	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	59
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4	5	97	
31	3	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	83	
32	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	93
33	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	83
34	5	4	5	3	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	5	5	4	2	4	3	5	81
35	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	92
36	4	5	5	5	2	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	87
37	1	1	3	5	1	3	4	3	2	3	2	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	58
38	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100
39	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	76
40	3	2	2	1	2	2	1	2	4	3	4	3	4	4	4	4	3	1	5	4	4	58
41	5	5	5	4	3	3	4	3	3	4	4	3	5	5	4	5	5	3	4	4	4	81
42	3	5	5	5	3	3	5	1	4	3	4	4	4	4	4	4	3	5	3	4	4	76
43	5	3	4	4	3	5	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	72
44	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	93
45	5	4	5	4	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	2	5	3	5	5	87
46	2	4	4	4	5	3	5	4	4	4	1	4	3	1	5	3	1	1	5	1	5	65
47	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4	76

48	1	1	5	4	1	1	5	1	1	3	5	5	3	3	4	3	1	3	1	5	56
49	3	3	5	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	5	4	4	5	5	5	4	77
50	4	4	5	3	5	5	5	4	5	5	3	3	5	5	5	5	4	5	5	5	90
51	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100
52	1	3	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	27
53	5	3	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	94
54	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	3	4	4	5	5	4	2	5	3	5	85
55	3	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	3	5	90
56	2	4	3	3	4	3	5	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5	77
57	3	5	5	5	3	3	3	5	1	4	4	4	4	4	4	4	3	5	3	4	76
58	5	5	5	5	2	4	5	5	3	5	5	5	5	5	4	3	2	4	2	4	83
59	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	70
60	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	3	2	41
61	5	5	4	4	2	4	4	4	3	4	4	3	2	4	4	4	3	3	2	4	72
62	2	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	3	5	4	3	71
63	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	3	5	95
64	5	4	5	3	4	4	5	4	4	4	3	4	4	5	5	4	2	4	3	5	81
65	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	92
66	4	5	5	5	2	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	87
67	1	1	3	5	1	3	4	3	2	3	2	3	3	3	4	3	2	4	4	4	58
68	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	100
69	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	76
70	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	79
71	4	3	4	2	1	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	72
72	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	89
73	3	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	3	5	5	4	5	5	89
74	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	1	4	4	4	4	4	3	4	2	3	71

75	2	4	4	5	3	4	2	4	4	4	4	5	4	3	5	5	2	5	2	4	75
76	3	3	4	3	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	86
77	1	3	3	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	3	2	5	3	5	77
78	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	95
79	3	3	5	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	5	5	3	76
80	2	4	5	4	4	4	4	5	3	3	3	3	4	3	4	4	3	5	4	4	75
81	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	57
82	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	76
83	3	2	2	1	2	2	1	2	4	3	4	3	4	4	4	3	1	5	4	4	58
84	5	5	5	4	3	3	4	3	3	4	4	3	5	5	4	5	5	3	4	4	81
85	3	5	5	5	3	3	5	1	4	3	4	4	4	4	4	4	3	5	3	4	76
86	5	3	4	4	3	5	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	72
87	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	93
88	5	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	2	5	3	5	87
89	2	4	4	4	5	3	5	4	4	4	1	4	3	1	5	3	1	1	5	1	65
90	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	4	76
91	1	1	5	4	1	1	5	1	1	3	5	5	3	3	4	3	1	3	1	5	56
92	3	3	5	3	3	3	3	3	3	4	3	4	5	5	4	4	5	5	5	4	77
93	4	4	5	3	5	5	5	4	5	5	3	3	5	5	5	5	4	5	5	5	90
94	4	4	5	4	4	5	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	5	3	5	81
95	4	3	3	5	3	5	3	1	5	5	5	5	5	5	5	1	4	4	2	3	76
96	3	3	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	79
97	4	3	4	2	1	4	5	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	72
98	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	89
99	3	3	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	3	5	5	4	5	5	89
100	4	4	4	4	3	4	3	4	4	1	4	4	4	4	4	4	3	4	2	3	71

Varianza	1.4579	1.0675	0.7924	0.9779	1.2875	0.9779	1.0275	1.2139	0.9476	1.1371	0.7564	0.8456	0.8651	0.79	0.7339	1.0491	1.3019	0.81	1.0696	0.7171	175.6771
----------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------	--------	--------	--------	------	--------	--------	----------

Fuente: Elaboración propia.

Alpha de Cronbach: 0.9466, lo que indica una muy alta fiabilidad en las respuestas del cuestionario como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Alpha de Cronbach,

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.934	100

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Los estudiantes tienen acceso a dispositivos electrónicos e internet, además de habilidades básicas para usar herramientas tecnológicas. Las TIC son percibidas como útiles para el aprendizaje y desarrollo profesional. Las áreas que se pueden mejorar podrían ser en incrementar la capacitación docente en herramientas digitales además de mejorar la infraestructura tecnológica del ITSP, así como implementar más cursos especializados en software relevante para la carrera. Este análisis sugiere que, aunque las TIC están bien integradas en algunos aspectos, hay oportunidades significativas para optimizar su uso en el proceso educativo del ITSP.

REFERENCIAS

- Aidoo, B., & Chebure, A. (2024). Integrating ICT to adopt online learning in teacher education in Ghana. *Education sciences*, 14(12), p. 1313. <https://doi.org/10.3390/educsci14121313>
- Borges Chamorro, A., & Vizoso, C. M. (2014). El origen de la tecnología en la educación: pioneros". *Historia y comunicación social*, 19(0). https://doi.org/10.5209/rev_hics.2014.v19.45143
- Cañón Rodríguez, R., Grande de Prado, M., & Cantón Mayo, I. (2016). Brecha digital: Impacto en el desarrollo social y personal. Factores asociados / Digital divide: impact on social and personal development. Associated factors. *Citius Altius Fortius*, 28(2016). <https://doi.org/10.15366/tp2016.28.009>
- Carvajal-Morales, J. M., León-Plúas, E. E., Valenzuela-Cobos, J. D., & Guevara-Viejó, F. (2024). Educational design in the adoption of ICT for sustainable digital learning in social and business sciences: A structural equation model. *Sustainability*, 16(23), p. 10674. <https://doi.org/10.3390/su162310674>
- Castillo López, D. (2020). Las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje desarrollados por maestros tutores de Educación Primaria en la Región de Murcia. *Revista interuniversitaria de investigación en tecnología educativa*, págs. 1-14. <https://doi.org/10.6018/riite.432061>
- Escontrela Mao, R., & Stojanovic Casas, L. (2004). La integración de las TIC en la educación: Apuntes para un modelo pedagógico pertinente. *Revista de pedagogía - Escuela de Educación, Universidad Central de Venezuela*, 25(74), págs. 481-502. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922004000300006&lng=es&tlang=es.
- García, L., & Rodríguez, M. (2019). Competencias digitales en la educación superior: un estudio de caso. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 15(2), págs. 35-48.
- George Reyes, C. E., & Avello-Martínez, R. (2021). Alfabetización digital en la educación. Revisión sistemática de la producción científica en Scopus. *RED*, 21(66). <https://doi.org/10.6018/red.444751>
- Gómez Navarro, D. A., Alvarado López, R. A., Martínez Domínguez, M., & Díaz de León Castañeda, C. (2018). La brecha digital: una revisión conceptual y aportaciones metodológicas para su estudio de México. *Entreciencias Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 6(16). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.16.62611>
- Hernandez, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. 5(1), pág. 325. <https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Marqués Graells, P. (2012). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *Revista de Investigación*.
- Pincay-Chiquito, M. A., & Cuero-Delgado, D. A. (2024). Innovación tecnológica educativa en la práctica docente para potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje. *EPISTEME KO/NONIA*, 7(13), págs. 252-268. <https://doi.org/10.35381/e.k.v7i13.3226>
- Said-Hung, E., Silveira Sartori, A., & Marcano, B. (2024). Factors affecting the use of ICT in elementary school teachers in Colombia. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4752086>
- Suárez Lantarón, B., & García-Perales, N. (2021). Covid-19: La brecha (digital) educativa a través de la prensa. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, págs. 53-68. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/riite.475881>

- UNESCO. (2020). The role of technology in education: From policy to practice. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Valecillos, G. (2019). Importancia del uso de las TIC en la Educación. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 1(1), págs. 17-18. <https://doi.org/10.37843/rted.v1i1.40>
- Vargas Ch., M. d. (2005). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) herramientas viabilizadoras para el acceso y difusión de información científica. *Orbis. Revista Científica*, 1(1), págs. 35-51. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70910105>

Las TIC y su contribución en el departamento de Recursos Humanos del ingenio Pantaleón de Pánuco, Veracruz

*Huerta Reyes Elizama Joselim, Pérez Rodríguez Ingrid Pamela, Rivera García Guadalupe
Esmeralda, Alvarado Delfín Lilia Alejandra*

*TECNM. Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
esmeralda.rivera@itspanuco.edu.mx*

RESUMEN

Palabras clave:
TIC, Recursos Humanos, Ingenio Pantaleón.

El estudio tuvo como objetivo principal analizar el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión del departamento de Recursos Humanos del Ingenio Pantaleón de Pánuco, Veracruz. Se utilizó una metodología mixta: un cuestionario y entrevistas semiestructuradas a 8 integrantes del departamento. Los resultados cuantitativos revelaron puntuaciones promedio altas en todas las dimensiones evaluadas (escala Likert de 1 a 5): Infraestructura y Acceso (4.34), Uso de TIC en la Gestión (4.54), Capacitación y Formación (4.47), Eficiencia y Calidad (4.57) e Innovación y Competitividad (4.50). Esto indica una percepción global positiva, entre “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” en todos los aspectos. Los hallazgos cualitativos indicaron el uso de herramientas como Ariba Network, Excel y Word. Asimismo, se identificaron prioridades tecnológicas: migrar a una plataforma integral en la nube que unifique nómina, reclutamiento, capacitación; automatizar el control de asistencia mediante biometría; e incorporar firmas electrónicas y expedientes digitales. Se concluye que las TIC impactan positivamente a la eficiencia y eficacia del área de Recursos Humanos en el Ingenio Pantaleón, optimizando procesos y fortaleciendo la gestión estratégica.

Keywords:

TIC, Human Resources, Pantaleón Sugar Mill

ABSTRACT

The study's main objective was to analyze the impact of Information and Communication Technologies (ICT) on the management of the Human Resources Department at the Pantaleón Sugar Mill in Pánuco, Veracruz. A mixed methodology was used: a questionnaire and semi-structured interviews with eight members of the department. The quantitative results revealed high average scores in all the dimensions evaluated (Likert scale of 1 to 5): Infrastructure and Access (4.34), Use of ICT in Management (4.54), Training and Education (4.47), Efficiency and Quality (4.57), and Innovation and Competitiveness (4.50). This indicates a positive overall perception, ranging from "agree" to "strongly agree" in all aspects. Qualitative findings indicated the use of tools such as Ariba Network, Excel, and Word. Likewise, technological priorities were identified: migrating to a comprehensive cloud-based platform that unifies payroll, recruitment, and training; automating attendance control through biometrics; and incorporate electronic signatures and digital files. It is concluded that ICTs positively impact the efficiency and effectiveness of the Human Resources area at Ingenio Pantaleón, optimizing processes and strengthening strategic management.

INTRODUCCIÓN

Desde finales del siglo XIX, la gestión de personal ha evolucionado de forma significativa. El economista John R. Commons, fue el primero en utilizar el término *Recursos Humanos* en su obra *Distribution of Wealth*, publicada en 1893 (Commons, 1893). Desde entonces se crearon oficinas para organizar el trabajo del personal; con el tiempo, estas oficinas también empezaron a encargarse de contratar y despedir empleados, fijar sueldos y revisar la productividad. En la actualidad, los recursos humanos son un activo valioso en la globalización, que requiere competencias sólidas, incluidas habilidades duras y blandas, conocimientos y actitudes para lograr el éxito organizacional (Matondang, 2004).

El Ingenio Pantaleón es una de las principales empresas azucareras del país. En las décadas de 1980 y 1990, la adopción de bases de datos y hojas de cálculo marcó el inicio de su digitalización. La posterior integración de sistemas web automatizó procesos clave como nóminas, administración de prestaciones, seguimiento del desempeño, mejorando la comunicación interna y la toma de decisiones del departamento de Recursos Humanos (Pantaleón, S.A., 2020).

La tecnología promueve una implementación más eficaz en el flujo de trabajo, lo que a su vez facilita la adopción de decisiones más acertadas e innovadoras (Abed et al., 2022). El cambio y optimización de la organización están estrechamente vinculados al empleo de tecnologías avanzadas para alcanzar resultados ideales (Chawviang y Kiattisin, 2022).

En este escenario, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), como conjunto de recursos digitales que sustentan la actual economía informacional (Castells, 2001), ofrecen ventajas competitivas decisivas: automatizan procesos, facilitan el análisis de grandes volúmenes de datos y posibilitan una gestión de talento más personalizada, flexible e innovadora (Homayoun et al., 2024). La integración de las TIC en las organizaciones potencia su competitividad mediante un incremento en la productividad, eficiencia y rentabilidad de la inversión (Buenrostro y Hernández, 2019). Las TIC, juegan un papel crucial, aportando de forma notable a una ejecución más efectiva y eficiente en el sector empresarial (Onyancha y Ocholla, 2022).

Las TIC, han promovido la digitalización en individuos, entidades gubernamentales y corporaciones (Huamán y Medina, 2022). Su implementación economiza tiempo y facilita procedimientos, generando posibilidades para que entidades convencionales se reinventen (Barragán, 2022) (Nogales y Goyzueta, 2021). Diversos estudios, tanto clásicos como recientes, destacan que la digitalización reduce los costos operativos y mejora la calidad de la información disponible para las empresas (Chiavenato, 1995); (Čamaj et al., 2020).

La digitalización es un procedimiento que transforma las formas de producción y funcionamiento mediante la interrelación entre la digitalización y el capital humano (Stoeniou y Jäntschi, 2024). En general, la digitalización potencia la productividad, la comunicación y la responsabilidad social de la empresa (Sheveleva y Rogov, 2021).

Sin embargo, existen pocos trabajos que analicen el impacto de las TIC en los departamentos de Recursos Humanos de los ingenios azucareros. Por ello, el presente estudio se centra en evaluar el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión del departamento de Recursos Humanos del Ingenio Pantaleón de Pánuco, Veracruz. Para alcanzarlo se planean los siguientes objetivos específicos: (1) Identificar las principales herramientas TIC utilizadas en los procesos de Recursos Humanos del ingenio; (2) describir cómo dichas herramientas apoyan la toma de decisiones y la comunicación interna; (3) examinar los procesos clave del departamento; y (4) proponer recomendaciones que optimicen la adopción de TIC en el área de Recursos humanos y sirvan de guía para ingenios azucareros similares. A continuación, se describe la metodología empleada para alcanzar estos objetivos.

METODOLOGÍA

El estudio adoptó un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas. Se utilizó un diseño no experimental de carácter transversal, bajo la modalidad de estudio de caso. La recolección de información se realizó por medio de dos fuentes: (1) un cuestionario con el propósito de realizar un diagnóstico sobre el nivel de digitalización del Ingenio Pantaleón y (2) una entrevista al personal de

Recursos Humanos para profundizar en la experiencia con las TIC, obteniendo información cualitativa alineada con los cuatro objetivos específicos.

Estudio cuantitativo

El cuestionario se conformó por 6 secciones: la sección I, corresponde a los datos generales, en donde se solicitó información como: nombre y puesto que desempeña. En la sección II, se evaluó la infraestructura y acceso a las TIC, con el propósito de conocer la existencia de hardware y software adecuados; la frecuencia de actualizaciones, la calidad del soporte técnico y la continuidad del mantenimiento. En la sección III, se analizó el uso de TIC en la Gestión de Recursos Humanos, con el objetivo de conocer qué procesos están digitalizados y hasta qué punto mejoran la operatividad del área. En la sección IV, se analizó la capacitación y formación del personal, con el propósito de evaluar si se proporciona capacitación y actualización en TIC al personal de Recursos Humanos. La sección V, evaluó la eficiencia y calidad del departamento de Recursos Humanos con la implementación de las tecnologías. Por último, en la sección VI, se analizaron los aportes de las TIC a la Innovación y Competitividad, para evaluar cómo las TIC fortalecen la ventaja competitiva y la cultura de innovación. Las preguntas correspondientes a cada sección fueron las siguientes:

I. Datos Generales

II. Infraestructura y Acceso a las TIC

1. ¿El departamento de Recursos Humanos cuenta con equipos y software adecuados para el manejo de información del personal?
2. ¿Hay actualizaciones regulares de los sistemas y aplicaciones que se utilizan en Recursos Humanos?
3. ¿El soporte técnico que brinda el área de TI (Tecnologías de la Información) es eficaz para resolver problemas e incidencias en el uso de TIC?
4. ¿El Recursos Humanos da mantenimiento continuo de sus equipos y plataformas digitales?

III. Uso de TIC en la Gestión de Recursos Humanos

5. ¿El uso de plataformas de comunicación agiliza la coordinación con otros departamentos?
6. ¿La digitalización de documentos y expedientes del personal facilita la localización y gestión de la información?
7. ¿Los procesos de reclutamiento y selección (publicación de vacantes, recepción de CV, entrevistas virtuales) han mejorado con el uso de TIC?
8. ¿El Departamento de Recursos Humanos utiliza software especializado (como sistemas de nómina, asistencia o reclutamiento en línea) para sus funciones diarias?

IV. Capacitaciones y Formación del Personal

9. ¿La empresa ofrece capacitaciones frecuentes para el uso de sistemas y herramientas digitales en el área de Recursos Humanos?
10. ¿Existen programas de formación interna para que el personal conozca nuevas tecnologías o actualizaciones de software?
11. ¿Los programas de capacitación en TIC han permitido mejorar mi eficiencia y precisión en tareas administrativas?
12. ¿Consideran que domina adecuadamente las TIC para llevar a cabo las labores en el departamento de Recursos Humanos?

V. Eficiencia y Calidad de la Gestión de Recursos Humanos

13. ¿El departamento de Recursos Humanos ha incrementado su productividad al apoyarse en herramientas digitales?
14. ¿La automatización de procesos en Recursos Humanos ha reducido los errores administrativos?
15. ¿El uso de TIC permite acceder rápidamente a la información del personal (datos, historial, incidencias), mejorando la toma de decisiones?
16. ¿Las tecnologías han agilizado la comunicación interna y la resolución de problemas relacionados con el personal?

VI. Aportes de las TIC a la Innovación y Competitividad

17. ¿El uso de TIC contribuye a reducir costos y tiempos en la gestión de recursos humanos (reducción de uso de papel, horas de trabajo manual)?

18. ¿El departamento de Recursos Humanos está abierto a innovar y a probar nuevas soluciones digitales en beneficio de la organización?
19. ¿Consideran que el Ingenio Pantaleón destaca por la forma en que aprovecha las TIC en sus procesos de Recursos Humanos?
20. ¿Tienen los colaboradores mayor acceso a información sobre sus beneficios, trámites o procesos de manera autónoma con la implementación de las TIC?

El cuestionario diseñado fue aplicado a las 8 personas que conforman la totalidad del personal del departamento de Recursos Humanos y contaba con 20 preguntas las cuales fueron evaluadas con una escala de Likert de 1 a 5, donde 1 = totalmente en desacuerdo, 2 = en desacuerdo, 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = de acuerdo y 5 = totalmente de acuerdo.

Para analizar los datos cuantitativos se calcularon promedios por sección y por pregunta. La fiabilidad del cuestionario de 20 ítems aplicado al personal de Recursos Humanos del Ingenio Pantaleón se comprobó mediante el alfa de Cronbach ($\alpha = 0.843$), valor que indica una alta consistencia interna del instrumento.

Estudio cualitativo

Para el estudio cualitativo se reunió al personal del departamento de Recursos Humanos y se llevó a cabo una entrevista grupal estructurada de dos horas, la cual fue grabada con un teléfono celular. Durante la entrevista se formularon cuatro preguntas orientadas a cumplir los objetivos específicos del estudio:

- a. ¿Qué plataformas, sistemas o aplicaciones digitales utiliza actualmente el departamento de Recursos Humanos?
- b. ¿De qué manera estas herramientas influyen en la toma de decisiones del área y en la comunicación con otras unidades del ingenio?
- c. ¿Los procesos clave se apoyan con herramientas digitales?
- d. ¿Qué mejoras tecnológicas considera prioritarias para el área de Recursos Humanos y qué recomendaciones daría a otro ingenio azucarero que inicia su transformación digital en ese departamento?

Finalmente se escucharon las grabaciones de la entrevista grupal y se realizó un análisis de contenido categorizado, cuyos hallazgos se presentan en la sección de resultados.

RESULTADOS

Resultados cuantitativos

Por secciones evaluadas, los promedios obtenidos (en escala 1-5) fueron los siguientes: Infraestructura y Acceso = 4.34 (sección II); Uso de TIC en la gestión = 4.54 (sección III); Capacitación y Formación = 4.47 (sección IV); Eficiencia y Calidad = 4.57 (sección V); Innovación y Competitividad = 4.50 (sección VI). Estos valores corresponden a un nivel entre “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo” en la escala Likert, evidenciando una percepción positiva en todos los aspectos analizados. La sección con promedio más alto fue Eficiencia y Calidad (4.57), mientras que la más baja correspondió a Infraestructura y Acceso (4.34) (ver figura 1).

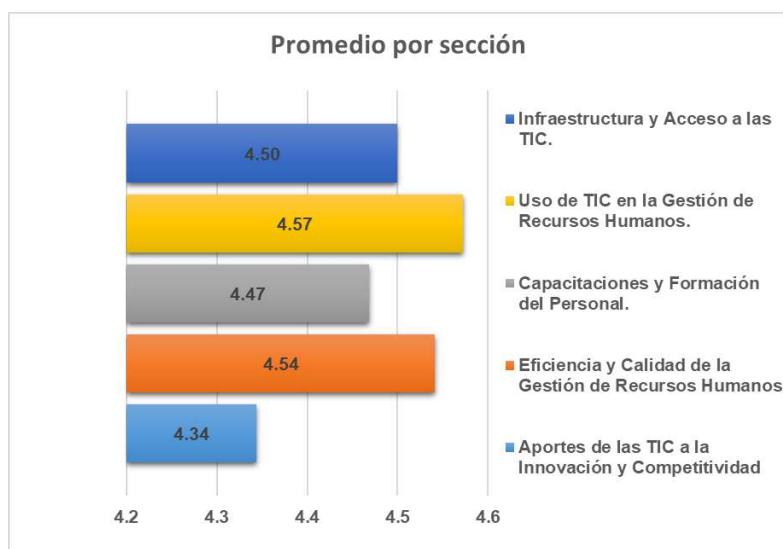


Figura 1. Promedio por sección.

Se observa que la mayoría de los ítems obtuvieron valores entre 4.0 y 4.75. El ítem 14 obtuvo la mayor puntuación (4.75) y correspondiente al ítem sobre la reducción de errores en la automatización de procesos en Recursos Humanos. En contraste, el ítem 2, relativo a la frecuencia de actualizaciones de los sistemas, fue el de menor

puntuación (4.00), lo que indica que una oportunidad de mejora es mantener los sistemas y aplicaciones al día (ver figura 2).

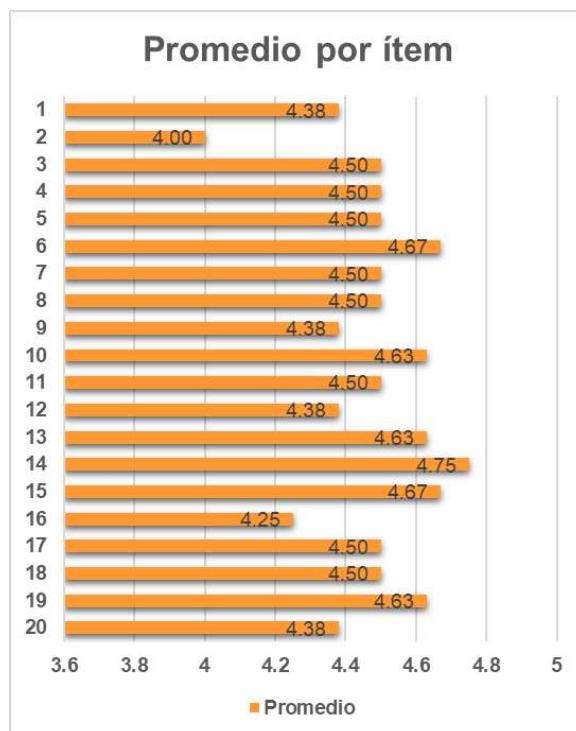


Figura 2. Promedio por pregunta.

Resultados cualitativos

Los resultados cualitativos cubren los cuatro objetivos específicos definidos en el apartado de introducción. A continuación, se presenta el resumen de la entrevista grupal estructurada aplicada al personal del departamento de Recursos humanos.

- Herramientas digitales empleadas:** Los entrevistados mencionaron principalmente Ariba Network y aplicaciones ofimáticas (Excel y Word).
- Toma de decisiones y comunicación interna:** Destacaron que Ariba centraliza la información en tiempo real; los reportes dinámicos de Excel permiten identificar patrones de ausentismo y horas extra para coordinar acciones correctivas; y los documentos estandarizados en Word facilitan una comunicación homogénea. Al concentrar los datos en Ariba, el área dispone de costos de personal en tiempo real, lo que agiliza las decisiones sobre presupuesto. Los reportes de Excel apoyan la detección de ausentismo y tiempo extra y la coordinación con las áreas de Producción y Finanzas,

mientras que las plantillas formales de Word garantizan un intercambio claro y uniforme entre gerencias.

- c. **Procesos clave:** Los principales procesos del Departamento de Recursos Humanos son: nómina; reembolsos y viáticos; facturación de servicios médicos; y compras de equipo de protección individual y uniformes. Todos se apoyan en las herramientas mencionadas.
- d. **Mejoras prioritarias y recomendaciones:** Dentro de las mejoras internas mencionaron: migrar a una plataforma integral en la nube que unifique nómina, reclutamiento, y capacitación; automatizar el control de asistencia mediante biometría; y añadir firmas electrónicas y expedientes digitales. Dentro de las recomendaciones para otros ingenios comentaron: mapear procesos y definir una hoja de ruta incremental que comience con nómina y asistencia; crear un comité interdepartamental para la adopción tecnológica; establecer indicadores clave de desempeño; y asegurar la integración con la planificación de los recursos empresariales (ERP) y los estándares de seguridad.

CONCLUSIONES

Los hallazgos cuantitativos y cualitativos confirman que la adopción de TIC ha generado mejoras significativas en el área de Recursos Humanos del Ingenio Pantaleón de Pánuco. En general, las TIC han contribuido a aumentar la eficiencia operativa y la eficacia administrativa, a la vez que han fortalecido la gestión estratégica del departamento. En particular, su incorporación ha permitido optimizar el tiempo de realización de tareas, reducir errores, mejorar la comunicación con otras áreas y facilitar procesos clave como el reclutamiento y la selección de personal. Además, la continua capacitación del personal en sistemas digitales, junto con la implementación de software especializado (por ejemplo, herramientas de nómina, control de asistencia y reclutamiento en línea), han demostrado ser eficaces para agilizar los procesos de selección de personal y la evaluación del desempeño, mejorando la calidad de los servicios internos brindados al personal. En síntesis, el uso de las TIC en el departamento de Recursos Humanos mejora tanto la eficiencia

operativa como la gestión estratégica, contribuyendo a un entorno laboral más productivo y eficiente. Estos hallazgos pueden orientar a otras empresas azucareras en la adopción estratégica de TIC en el departamento de Recursos Humanos.

REFERENCIAS

- Abed, H., Gheni, M., Kariem, H., y Muwafaq, H. (2022). The role of artificial intelligence in enhancing administrative decision support systems by depend on knowledge management. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(6), 3577-3589. <https://doi.org/10.11591/eei.v11i6.4243>
- Barragán, X. (2022). Posmodernidad, gestión pública y tecnologías de la información y comunicación en la Administración pública de Ecuador. *Estado & comunes, revista de políticas y problemas públicos*, 1(14), 113-131. https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v1.n14.2022.244
- Buenrostro, H., y Hernández, M. (2019). La incorporación de las TIC en las empresas. Factores de la brecha digital en las Mipymes de Aguascalientes. *Economía: teoría y práctica*, 50, 101-124. <https://doi.org/https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/502019/buenrostro>
- Čamaj, J., Brumerčíková, E., y Hranický, M. P. (2020). Information System and Technology Optimization as a Tool for Ensuring the Competitiveness of a Railway Undertaking—Case Study. *Sustainability*, 12(21), 8915. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su12218915>
- Castells, M. (2001). La era de la información: economía, sociedad y cultura. En M. Castells. Siglo XXI editores. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=uADgO-fONJgC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Castells,+M+\(2001\)+la+era+de+la+información:+economía,+sociedad+y+cultura+&ots=bDCzAZFQNz&sig=ygevzGdHVYg2d7xACEKJAJ9ZBo4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=uADgO-fONJgC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Castells,+M+(2001)+la+era+de+la+información:+economía,+sociedad+y+cultura+&ots=bDCzAZFQNz&sig=ygevzGdHVYg2d7xACEKJAJ9ZBo4#v=onepage&q&f=false)
- Chawviang, A., y Kiattisin, S. (2022). Sustainable Development: Smart Co-Operative Management. Framework. *Sustainability (Switzerland)*, 14(6), 3641-3654. <https://doi.org/10.3390/su14063641>
- Chiavenato, I. (1995). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. Colombia: Mc Graw-Hill. https://frqq.cvg.utn.edu.ar/pluginfile.php/15525/mod_resource/content/0/Chiavenato%20Idalverto.%20Introducci%C3%B3n%20a%20la%20teor%C3%ADa%20general%20de%20la%20Administraci%C3%B3n.pdf
- Commons, J. (1893). *The Distribution of Wealth*. Macmillan and Company. https://books.google.com.mx/books?pg=PA204&id=dhVEAAAAIAAJ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Díaz de León, C. (2020). Las TIC en el sector público del Sistema de Salud de México: Avances y oportunidades. *Acta universitaria*, 30, e2650., 30. <https://doi.org/https://doi.org/10.15174/au.2020.2650>
- Homayoun, S., Salehi, M., ArminKia, A., y Novakovic, V. (2024). The Mediating Effect of Innovative Performance on the Relationship Between the Use of

- Information Technology and Organizational Agility in SMEs. *Sustainability*, 16(22), 9649. [https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su16229649](https://doi.org/10.3390/su16229649)
- Huamán, P., y Medina, C. (2022). Transformación digital en la administración pública: desafíos para una gobernanza activa en el Perú. *Revista de Investigación en Comunicación Y Desarrollo*, 13(2), 93-105. <https://doi.org/10.33595/2226-1478.13.2.594>
- Matondang, Z. (2004). Análisis Kompetensi Sumber Daya Manusia Dalam Menghadapi Era Industri 4.0. *Journal of Computer Science and Information System(JCoInS)*, 5(3), 169-177. <https://doi.org/https://doi.org/10.36987/jcoins.v5i3.6009>
- Nogales, L., y Goyzueta, S. (2021). Factores que influyen en la apertura a las TIC y capacidad de innovación en pymes de Cochabamba del sector industrial. *Revista Digital Investigación & Negocios*, 14(25), 16-31. <https://doi.org/10.38147/invneg.v14i23.125>
- Onyancha, O., y Ocholla, D. (2022). Dispersión de términos temáticos relacionados con las TIC en publicaciones sobre gestión de la información y el conocimiento: un análisis de Bradford. *Humanidades y Ciencias Sociales de la Comunicación*, 9(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01189-2>
- Pantaleón, S.A. (2020). *Grupo Pantaleon*. <https://www.pantaleon.com/>
- Ramírez, G., Magaña, D., y Ojeda, R. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, contabilidad y gestión*, 7, 189-208. <https://doi.org/https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>
- Sheveleva, A., y Rogov, E. (2021). Organization of remote work in the context of digitalization. *E3S Web of Conferences*, 273. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127312042>
- Stoenoiu, C., y Jäntschi, L. (2024). Connecting the Computer Skills with General Performance of Companies—An Eastern European Study. *Sustainability*, 16(22), 10024. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su162210024>

Programa de atención Integral para disminuir la deserción escolar en el Instituto Tecnológico Superior de Ébano, S.L.P.

González Balderas Diana Elena, Dionicio García Grande

*Instituto Tecnológico Superior de Ébano, S.L.P.
diana.gb@ebano.tecnm.mx*

RESUMEN

Palabras clave:

Deserción escolar, retención estudiantil, programa integral.

Esta investigación tiene como finalidad desarrollar una estrategia institucional que aborde la problemática de la deserción escolar entre las y los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Ébano, San Luis Potosí (ITSE). Se adoptó un enfoque de investigación mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos, a través de encuestas realizadas a un total de 111 estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Los hallazgos indican que los factores más relevantes que contribuyen a la deserción incluyen el bajo rendimiento académico, problemas económicos, falta de motivación y estrés emocional. En respuesta a estos desafíos, se elaboró un Programa de Atención Integral que abarca tutorías académicas, apoyo psicológico, orientación vocacional, becas, redes de apoyo social y un sistema de alerta temprana.

Se concluye que la implementación de este programa tiene el potencial de reducir la deserción escolar al facilitar la identificación temprana de estudiantes en riesgo, mejorar el acompañamiento académico y emocional, y fomentar la conexión con redes de apoyo tanto a nivel institucional como comunitario.

ABSTRACT

Keywords:

School dropout, student retention, comprehensive program.,

This research aims to develop an institutional strategy to address the issue of school dropout among students at the Instituto Tecnológico Superior de Ébano, San Luis Potosí (ITSE). A mixed-method research approach was adopted, integrating quantitative and qualitative methods through surveys conducted with a total of 111 students from the Industrial Engineering and Computer Systems Engineering programs.

The findings indicate that the most relevant factors contributing to dropout include low academic performance, financial difficulties, lack of motivation, and emotional stress. In response to these challenges, a Comprehensive Support Program was designed, encompassing academic tutoring, psychological support, vocational guidance, scholarships, social support networks, and an early warning system.

It is concluded that the implementation of this program has the potential to reduce school dropout by facilitating the early identification of at-risk students, improving academic and emotional support, and fostering connections with support networks at both institutional and community levels.

INTRODUCCIÓN

La deserción escolar en la educación superior es un fenómeno complejo que impacta negativamente tanto la eficiencia terminal de las instituciones educativas como el desarrollo profesional de los estudiantes. Según **Ruiz Ramírez, García Cué y Pérez Olvera (2014)**, las causas de la deserción son multifacéticas, abarcando factores económicos, académicos, emocionales e institucionales que influyen en la decisión de los estudiantes de abandonar sus estudios. En el contexto del Instituto Tecnológico Superior de Ébano, S.L.P. (ITSE), se ha observado un aumento constante en las tasas de deserción especialmente durante los primeros semestres, lo que sugiere la urgencia de establecer una estructura institucional robusta que brinde un acompañamiento y atención integral a los estudiantes.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es desarrollar un Programa de Atención Integral que busque reducir la deserción escolar, facilitar la adaptación de los estudiantes y, en última instancia, mejorar la eficiencia terminal en el ITSE.

DESARROLLO.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando herramientas cuantitativas y cualitativas. Este enfoque permitió cuantificar los factores de riesgo y, al mismo tiempo, comprender las experiencias personales de las y los estudiantes.

La muestra estuvo conformada por 111 estudiantes del ITSE: 85 de la carrera de Ingeniería Industrial y 26 de Ingeniería en Sistemas Computacionales, de distintos semestres académicos.

Se utilizó una encuesta estructurada aplicada mediante el formulario en línea <https://forms.office.com/r/6wnGWXrNpv>, compuesta por cinco dimensiones:

1. Factores académicos: Dificultades en el plan de estudios, calidad de la enseñanza, carga académica y apoyo académico disponible.
2. Factores Personales: Motivación, expectativas individuales, problemas de salud y situaciones familiares que puedan influir en el rendimiento académico.
3. Factores de salud física y mental: Estrés, enfermedades, carga académica, equilibrio entre el tiempo dedicado a estudios y actividades personales.
4. Factores Sociales: Influencia de amigos y compañeros, redes de apoyo social y condiciones socioeconómicas que afectan la educación.
5. Factores Institucionales: Servicios de orientación educativa y apoyo recibido por las jefaturas de ambos programas Ingeniería en Sistemas Computacionales e Ingeniería Industrial, infraestructura y otras.

La recolección de datos se llevó a cabo entre marzo y junio de 2025. Se garantizó el anonimato de las respuestas y el consentimiento informado de los participantes. Los datos cuantitativos fueron procesados mediante estadística descriptiva (frecuencias y porcentajes). Los datos cualitativos se analizaron mediante análisis de contenido, identificando categorías temáticas.

RESULTADOS

1. Factores Académicos:
 - Dificultades en el plan de estudios: 39% de las y los estudiantes se mostraron neutrales respecto a la adecuación del plan. (figura 1).
 - Calidad educativa: 50% de las y los estudiantes encuestados/as perciben una alta calidad educativa, 40% motivación por parte de las y los docentes. (figura 3).
 - Carga académica: El 48% considera que la carga es adecuada. (figura 4).

- Apoyo académico disponible: 44% lo califica como alto (figura 5).; el 42% considera las tutorías como moderadas (figura 6) y 41% las asesorías académicas como neutrales. (figura 7)
- Índice de reprobación en asignaturas clave: Cálculo Diferencial (46% en Ingeniería Industrial), Cálculo Vectorial (19% en Ingeniería Industrial), y Física General (28% en Ingeniería en Sistemas Computacionales).

2. Factores Personales:

- Problemas económicos: 31% de las y los estudiantes reportan dificultades financieras. (figura 8).
- Motivación para continuar estudios: Solo el 27% se siente motivada/o. (figura 9).

3. Problemas de salud física y mental:

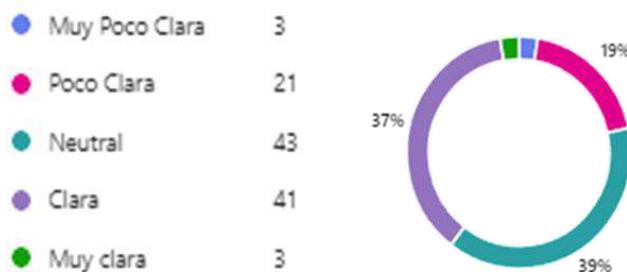
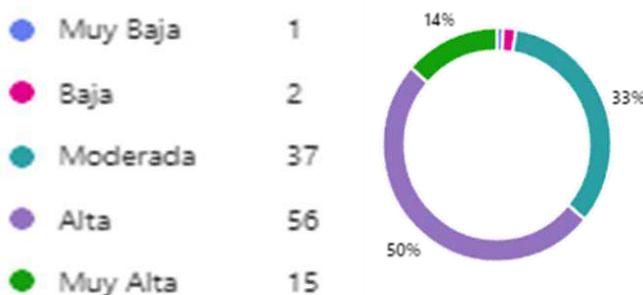
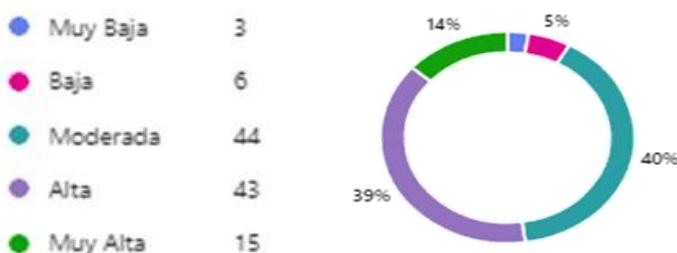
- 36% de las y los estudiantes se siente moderadamente afectadas/os por la carga académica y 32% reporta estrés frecuente. (figura 10).

4. Factores Sociales:

- Falta de integración social: 4% se siente excluida/o. (figura 11).
- Falta de apoyo familiar: 31% menciona la falta de apoyo económico. (figura 12).

5. Factores Institucionales:

- Utilidad de recursos: 47% considera útiles los recursos disponibles. (figura 13).
- Apoyo emocional y psicológico: el 57% califica el apoyo como bueno. (figura 14).
- Satisfacción con la atención institucional: el 28% de las y los estudiantes de Ingeniería Industrial y 32% de Ingeniería en Sistemas Computacionales están muy satisfechas/as con la atención recibida. (figura 15)

*figura 1: Dificultades en el plan de estudios.**figura 2: Calidad educativa.**figura 3: Motivación a estudiantes por parte docente.**figura 4: Carga académica.*

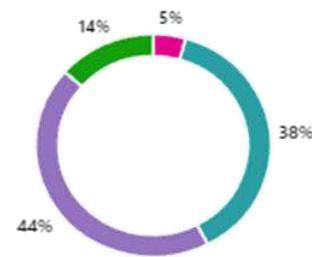
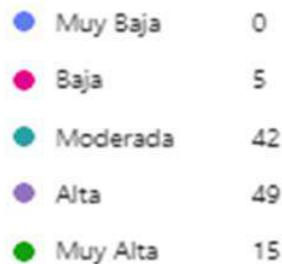


figura 5: Apoyo académico disponible

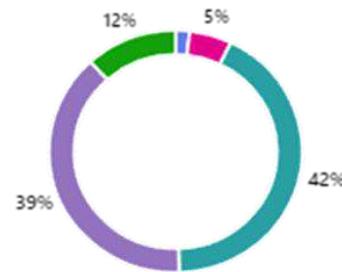


figura 6: Satisfacción con el programa de Tutorías.

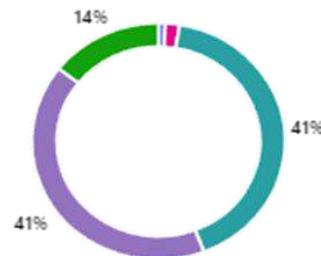
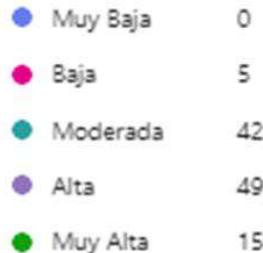
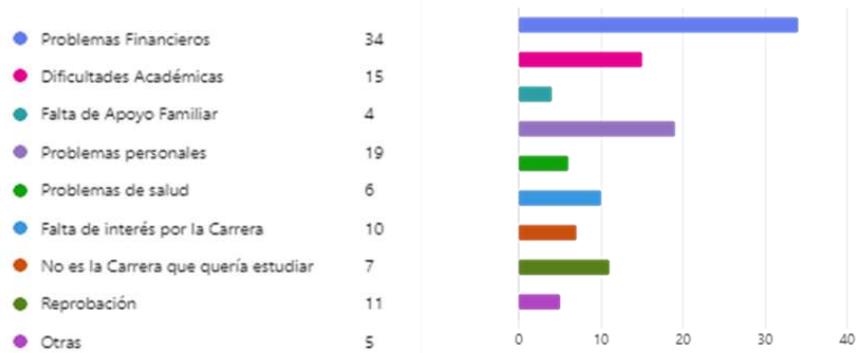


figura 7: Calidad en asesorías académicas.

**figura 8: Problemas económicos.****figura 9: Motivación de estudiantes para continuar sus estudios****figura 10: Afectación por carga académica.**

● Muy excluida (o)	2
● Excluida (o)	4
● Neutral	50
● Incluida	44
● Muy incluida	11



figura 11: Falta de integración social.

● Muy inútiles	2
● Inútiles	4
● Neutral	24
● Útiles	52
● Muy útiles	29

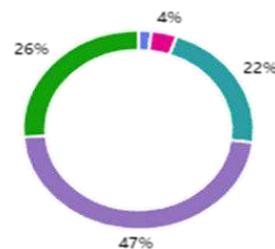


figura 13: Utilidad de recursos disponibles para el aprendizaje.

● Muy Deficiente	5
● Deficiente	16
● Bueno	63
● Muy Bueno	23
● Excelente	4



figura 14: Apoyo emocional y psicológico.

● Muy Satisfecha (o)	21
● Insatisfecha (o)	3
● Neutral	30
● Satisfecha (o)	32
● Muy Satisfecha (o)	21



● Muy Satisfecha (o)	11
● Insatisfecha (o)	3
● Neutral	21
● Satisfecha (o)	20
● Muy Satisfecha (o)	11



Figura 15: Satisfacción con la atención institucional

A partir del diagnóstico, se propusieron las siguientes líneas estratégicas:

1. Tutoría académica personalizada: reforzar habilidades de estudio y hábitos de aprendizaje.
2. Apoyo psicológico y emocional: orientación vocacional, talleres de manejo del estrés y canalización profesional.
3. Sistema de alerta temprana: seguimiento de indicadores de riesgo (inasistencia, bajo rendimiento, problemas personales).
4. Vinculación institucional y comunitaria: redes de apoyo con servicios de salud, becas y programas de desarrollo local.
5. Capacitación docente: en detección de señales de riesgo y estrategias de acompañamiento.

CONCLUSIONES

El estudio diagnóstico permitió confirmar que la deserción escolar en el ITSE responde a una interacción entre factores académicos, personales y contextuales. El Programa de Atención Integral propuesto ofrece una estrategia institucional sostenible para fortalecer la permanencia estudiantil, basada en el acompañamiento integral, la atención emocional y la gestión académica eficiente.

La implementación de este programa permitirá al ITSE reducir la deserción, mejorar la eficiencia terminal y consolidar una cultura institucional centrada en el bienestar y éxito del /a estudiante.

Este proyecto contribuye significativamente a la innovación educativa al abordar de manera integral el fenómeno de la deserción escolar en el Instituto Tecnológico Superior de Ébano (ITSE). Sus principales aportes son:

Enfoque Multidimensional: Al identificar y analizar factores académicos, personales, sociales, de salud e institucionales, el proyecto ofrece una visión holística del problema, permitiendo intervenciones más efectivas y contextualizadas.

Programa de Atención Integral: La propuesta de un programa que combina tutorías académicas, apoyo psicológico, orientación vocacional, becas, redes de apoyo social y un sistema de alerta temprana representa una innovación en la gestión estudiantil, ya que integra múltiples estrategias para atender las necesidades diversas de las y los estudiantes.

Uso de Metodología Mixta: La combinación de métodos cuantitativos y cualitativos permite no solo cuantificar los factores de riesgo, sino también comprender las experiencias y percepciones de las y los estudiantes, lo que enriquece el diseño de soluciones más personalizadas.

Sistema de Alerta Temprana: La implementación de un sistema de alerta temprana para identificar estudiantes en riesgo es una herramienta innovadora que facilita la intervención oportuna, previniendo la deserción antes de que ocurra.

Fortalecimiento de Redes de Apoyo: El proyecto promueve la creación y fortalecimiento de redes de apoyo tanto institucionales como comunitarias, fomentando un entorno más inclusivo y colaborativo para los estudiantes.

Mejora de la Eficiencia Terminal: Al reducir la deserción y mejorar el acompañamiento académico y emocional, el proyecto contribuye directamente a aumentar la eficiencia terminal, un indicador clave del éxito institucional.

Adaptabilidad y Replicabilidad: Las estrategias propuestas pueden adaptarse a otras instituciones educativas con problemáticas similares, lo que amplía su impacto y relevancia en el ámbito de la educación superior.

En resumen, este proyecto no solo aborda un problema crítico en la educación superior, sino que también introduce prácticas innovadoras que pueden transformar la experiencia educativa y mejorar los resultados académicos y personales de las y los estudiantes.

REFERENCIAS

Castillo Campos, C. (1994). Deserción escolar, causas, consecuencias y propuestas de solución: Estudio de caso en la Escuela Preparatoria Lázaro Cárdenas de Uruapan. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://ru.dgb.unam.mx/items/8a1ea286-c314-4c9a-8056-f7ceb1abb432>

García Chávez, A., & López García, J. (2014). Causas que originan la deserción escolar a nivel secundaria pública y privada en Pachuca: Estudio comparativo. Huella de la Palabra, 6(1). <https://revistas.lasallep.edu.mx/index.php/huella/article/view/414>

Infante Acevedo, R., & Parra Espitia, L. S. (2010). Deserción escolar y desarrollo social: Una mirada sobre el programa “Volver a la escuela” en Bogotá. Educación y Desarrollo Social, 4(2), 75–86. <https://revistas.umng.edu.co/index.php/reds/article/view/910>

Méndez, X., & Maciá Antón, D. (1989). Programa para la prevención del abandono escolar en formación profesional. *Revista de Educación*, (289), 377–390. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/70196>

Ruiz Ramírez, R., García Cué, J. L., & Pérez Olvera, M. A. (2014). Causas y consecuencias de la deserción escolar en el bachillerato: Caso Universidad Autónoma de Sinaloa. *Revista Ra Ximhai*, 10(5), 23–42. <https://raximhai.uaim.edu.mx/index.php/rx/article/view/684>

Sandoval Ávila, A. (1977). La deserción escolar: El caso de la Licenciatura en Sociología de la Universidad de Guadalajara. Universidad de Guadalajara. <https://www.libreriacarlosfuentes.mx/es/producto/desercion-escolar-la>

Factores que afectan la productividad de las zapaterías en Pánuco, Veracruz.

González Arguelles Perla Yaquelin, Hernández Torres Naydeli Manuela, Jiménez Zárate Violeta, Rivera García Guadalupe Esmeralda

*Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
violeta.jimenez@itspanuco.edu.mx*

RESUMEN

Palabras clave:

Factores, productividad, zapaterías, competidores y consumidores.

Este artículo tiene el objetivo de analizar los factores que afectan la productividad de los negocios de calzado en Pánuco, Veracruz, detectando los principales obstáculos, oportunidades de mejoramiento y métodos que logren optimizar su desempeño y competitividad en el mercado local. El sector del calzado en Pánuco, Veracruz, compuesto principalmente por micro y pequeñas zapaterías, es crucial para el empleo y la economía local. Sin embargo, enfrenta un estancamiento en su rendimiento debido a algunos factores.

La metodología de esta investigación se desarrollará con un enfoque cuantitativo, utilizando métodos descriptivos para analizar los factores que afectan la productividad de las zapaterías. A través de información mediante la aplicación de encuestas para recabar datos numéricos (cuantitativos), utilizando la escala Likert se busca entender mejor la percepción de los negocios de calzado sobre estos factores.

Los resultados indican que, aunque la competencia y la capacitación no tienen un impacto significativo en la productividad, sí lo tienen los niveles de estrés y factores psicoemocionales. Sin embargo, en conclusión, el principal obstáculo es la situación económica de los consumidores.

ABSTRACT

Keywords:

Factors, productivity, shoe stores, competitors, and consumers.

This article aims to analyze the factors affecting the productivity of footwear businesses in Pánuco, Veracruz, identifying the main obstacles, opportunities for improvement, and methods to optimize their performance and competitiveness in the local market. The footwear sector in Pánuco, Veracruz, comprised primarily of micro and small shoe stores, is crucial for employment and the local economy. However, it is facing stagnant performance due to several factors.

This research methodology will be developed with a quantitative approach, using descriptive methods to analyze the factors affecting shoe store productivity. Through surveys to collect numerical (quantitative) data, using the Likert scale, the aim is to better understand the perception of footwear businesses regarding these factors.

The results indicate that, although competition and training do not have a significant impact on productivity, stress levels and psycho-emotional factors do. However, in conclusion, the main obstacle is the economic situation of consumers.

INTRODUCCIÓN

Las empresas poseen factores que influyen en el crecimiento y productividad de las tiendas de calzado en Pánuco, Veracruz. Y se han identificado la situación económica, niveles de estrés y factores psicoemocionales, competidores, capacitación y motivación del personal, uso de herramientas tecnológicas.

Un factor que afecta a las zapaterías son el uso de herramientas tecnológicas como las ventas online los consumidores optan por las zapaterías online porque su proceso de compra es más accesible, ya que cuentan con pago por depósito o transferencia, en las zapaterías físicas suele ser un poco más lento el proceso de pago ya que no están actualizados en la tecnología y no cuentan con pagos con tarjeta o transferencia eso hace que se retrase el proceso de pago y a los consumidores les cuesta más tiempo de espera, por esta razón es importante cambiar sería útil optar por modernizarse para que se preste más sencillo el proceso del pago y para la satisfacción del cliente. Pueden optimizar la experiencia de compra al permitir que los consumidores imaginen cómo quedarán los zapatos sin necesidad de experimentar físicamente con el calzado, ya que de lo contrario pueden perder clientes que buscan un uso de compra más pasiva y modernizada (**Fink, 2018**). La falta de herramientas tecnológicas es predeterminante en la actualidad, básicamente todo es tecnología actualmente y las zapaterías de ventas físicas se están quedando atrás, les falta innovar e interactuar con los clientes desde una plataforma virtual, la falta de marketing y estrategias para las ventas (**Mayorga, 2015**).

En la actualidad la capacitación y motivación del personal influyen en la productividad ya que el rendimiento se ve afectado para llegar a alcanzar un alto nivel productivo se ha convertido en algo muy complicado. Por lo tanto, la productividad lleva a aumentar el bienestar nacional, al llegar a tener una gran productividad hace que las empresas zapateras generen una gran cantidad de

ingresos (**Gallego, 2007**). Asimismo, existen autores que han tenido en cuenta y han estudiado la relación entre innovación, competitividad y desarrollo local (**Porter, 2008**), llegando a la aplicación en el contexto específico de las empresas del calzado en Pánuco.

Otro de los factores principales que afectan la productividad de las zapaterías en Pánuco Veracruz, son los competidores, tal como las empresas de China que comercializan y exportan sus zapatos a un precio más accesible y eso hace que se abran pequeños comerciantes que se dediquen a la venta de ellos, afectando directamente a los establecimientos de ventas de calzado, con esto los establecimientos se ven presionados a bajar sus precios por la competencia y esto ocasiona que se ven afectados en su margen de ganancia (**Velázquez, 2010**). En Estados Unidos el mercado de calzado es demasiado competitivo y está muy globalizado: más del 90 % del calzado que se vende en el país viene de mano de obra barata de otros países, como lo es China. Este es un factor que afecta a las empresas de calzado de todo el mundo ya que los chinos y otros países logran ganar a los clientes por calzado más barato, esto gracias a la mano de obra económica (**Funes, 2022**). Las zapaterías constantemente tienen acceso limitado a financiamiento y capital para difundir sus operaciones o innovar. Las fábricas chinas, por lo contrario, pueden tener muchas más oportunidades para acceder a fuentes de financiamiento más accesibles, lo que les permite hacer inversiones en innovación en la investigación y desarrollo del marketing (**Hernández, 2007**).

Un ambiente de trabajo adecuado puede ser clave fundamental para el rendimiento de los trabajadores y la productividad de la empresa, poseer un lugar de trabajo digno nos lleva a una buena organización, con espacios ordenados, limpios esto ayuda a que los empleados se mantengan motivados para la ejecución de sus actividades es por ello por lo que se monitorea los niveles de estrés y factores psicoemocionales (**Álvarez, 2022**).

La situación económica de los compradores de la ciudad, puede ser otro factor determinante para que la productividad de las zapaterías se vea afectadas, ya que

en Pánuco existen pocas fuentes de empleo, y esto puede limitar la capacidad de consumo en las zapaterías y como tal impacta tanto en la producción como en las ventas de calzado (**Iglesias, 1998**). Es así como el precio es determinante para hacer una compra (**Chariguamán, 2022**).

El establecimiento del calzado, en Pánuco, Veracruz formada en su totalidad por micro y pequeñas zapaterías, actualmente es una fuente fundamental de empleo y actividad financiera local (**INEGI, 2019**). “Sin embargo, en los últimos años se ha observado un estancamiento en el rendimiento de los establecimientos de calzado, por lo cual atribuye factores internos y externos los cuales se ven afectados”. La falta de capacitación influye en los procesos de producción y técnicas administración de las empresas, así como la baja adaptación de tecnologías que distribuyan la elaboración (**Hernández, 2020**). Por otro lado, la competencia de mercados mexicanos abarca los factores externos, el constante cambio de los precios la variabilidad de los insumos, la inestabilidad económica que enfrentamos en la región y la fluctuación en los costos de materia prima y los cambios en los gustos de los consumidores (**Acosta, 2018**).

Analizar los factores que afectan la productividad de los negocios de calzado en Pánuco, Veracruz, detectando los principales obstáculos, oportunidades de mejoramiento y métodos que logren optimizar su desempeño y competitividad en el mercado local.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y de corte transversal, empleando métodos descriptivos asociados al impacto de los factores que afectan la productividad de los negocios de venta de calzado. Se obtendrá información mediante la revisión documental de estudios previos y la aplicación de encuestas para recabar datos numéricos (cuantitativos). De esta forma, se analizará la situación en un momento específico, describiendo y explicando los factores que afectan la productividad.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a lo largo del proceso de análisis de información y aplicación de encuestas en los negocios de calzado se ve reflejado de manera significativa que el impacto que tienen los competidores, el uso de herramientas tecnologías y capacitación y motivación del personal no tienen un gran impacto en la baja productividad de las zapaterías ya que a todos los negocios de calzado que se les encuestó coincidieron en lo mismo que no era un factor que los perjudicará, no tiene un gran impacto, pero si los daña de manera mínima ya que en la escala Likert se observó que estaban de acuerdo y no totalmente de acuerdo.

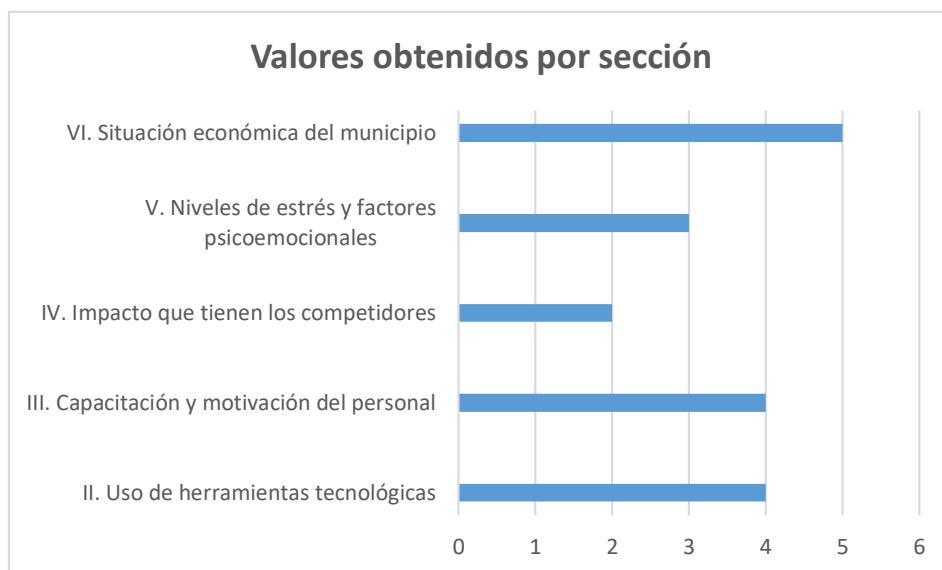


Figura 1. Factores identificados que afectan la productividad de las empresas de venta de calzado.

Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo un cuestionario que se dividió en cinco secciones, esto con la finalidad de saber cuáles son aquellos factores determinantes que pueden afectar la productividad de las zapaterías en el municipio. La primera sección habla del uso de herramientas tecnológicas la cual consistió en cuatro preguntas tales fueron: Siento que saber utilizar herramientas tecnológicas permite una mejor productividad en el negocio, cuento con herramientas básicas (Excel) para llevar a cabo el

inventario del negocio, cuento con el equipo de internet adecuado para manejar las herramientas tecnológicas que necesita el negocio y me siento actualizado en el uso de las herramientas tecnológicas. En la segunda sección hablamos de la capacitación y motivación del personal, donde se habló de cinco preguntas al respecto: siento que los trabajadores están capacitados adecuadamente para desempeñar su trabajo, creó que los empleados cuentan con la motivación para seguir dándolo todo en el trabajo, los trabajadores que tengan más ventas son capaces de recibir un bono, llevar a cabo una capacitación y programas de formación ayudaría a qué los empleados sean más productivos, dar a los empleados retroalimentación oportuna y útil en las cuestiones que lo necesiten ayuda a qué el negocio de calzado tenga una mejor productividad. Como tercera sección hablamos del impacto que tienen los competidores en las zapaterías de Pánuco, Veracruz. Esta sección contó de cuatro preguntas: considero que la presencia de competidores cercanos afecta negativamente las ventas de la zapatería, la calidad de los productos ofrecidos por la competencia influye en las decisiones de compra de los clientes en mi zapatería, la estrategia de precios de los competidores impacta de manera significativa en los precios que yo puedo ofrecer, la publicidad de los competidores influye en las decisiones de compra de los consumidores, en comparación con la publicidad de mi zapatería. En la cuarta sección hablamos de los niveles de estrés y factores psicoemocionales que pueden sufrir los trabajadores en el negocio, esta sección consistió de cuatro preguntas: el ambiente laboral en mi trabajo contribuye a un nivel de estrés y no afecta mi desempeño, considero que los intereses de los clientes o de la gerencia desarrollan mi nivel de estrés de manera negativa, siento que la falta de apoyo emocional o psicológico en mi entorno de trabajo contribuye al aumento de mi estrés y siento que mi salud mental y emocional se ve afectada por las dificultades laborales y el estrés constante en mi trabajo. En la última sección hablamos de la situación económica del municipio considerando cuatro preguntas: considero que la situación económica actual de Pánuco afecta negativamente las ventas en la zapatería, los cambios en el poder adquisitivo de los habitantes han disminuido la demanda de productos en la zapatería, la falta de empleo en Pánuco influye en la capacidad de los consumidores para gastar en

productos como el calzado y la escasez de recursos en Pánuco (como la falta de materia prima o servicios) dificulta la producción y venta de productos en la zapatería.

Se puede observar un nivel alto en la sección del uso de herramientas tecnológicas, lo que esto nos indica que los encuestados consideran que tienen dominio en las herramientas tecnológicas que les proporcionan en el negocio, esto contribuye a una mayor productividad.

Se observa un alto desempeño en la sección de capacitación y motivación del personal, ya que nos refleja que el personal está motivados para realizar su trabajo, ya que se muestra su compromiso al atender a los consumidores, son más eficientes y proactivos.

En la sección del impacto que tienen los competidores se puede observar que a pesar de que hay mucha competencia tanto física como online consideran que no es una amenaza considerable para el negocio, ya que cada negocio tiene sus estrategias de ventas, sus productos y su publicidad bien establecidos, consideran que su actividad no se ve afectada de manera significativa.

Se observó en la sección de niveles de estrés y factores psicoemocionales que existen niveles moderados de estrés que puede estar afectando a la gestión y el desempeño de los trabajadores en el negocio, ya que este influye en la toma de decisiones y en la productividad en general del negocio.

Se observó un alto nivel en la sección de la situación económica del municipio dando como resultado que afecta la situación económica del municipio en las zapaterías, se ve reflejado significativamente en las ventas de los negocios ya que influye mucho la falta de empleo en el municipio.

Los factores que si tienen un gran impacto en las tiendas de calzado son dos, uno de ellos son los niveles de estrés y los factores psicoemocionales que tienen un impacto llamativo pero no más que el de la situación económica del municipio es el

factor que más perjudica la productividad de las zapatería la situación económica actual de Pánuco afecta negativamente las ventas en la zapatería, los cambios en el poder adquisitivo de los habitantes del municipio han disminuido la demanda de productos en la zapatería, la falta de empleo influye en la capacidad de los consumidores para gastar en productos como el calzado y la escasez de recursos en Pánuco (como la falta de materia prima o servicios) dificulta la producción y venta de productos en la zapatería.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0.861985	21

Figura 2: Alfa de Cronbach

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

En conclusión, la industria del calzado en Pánuco, Veracruz, enfrenta múltiples desafíos que afectan su productividad, los hallazgos de esta investigación resaltan aquellos factores que si afectan mínima y significativamente la productividad de las zapaterías del municipio de Pánuco. Destacando los niveles de estrés y los factores psicoemocionales, así como el poder adquisitivo de los compradores. La competencia desleal de productos importados, la falta de capacitación y acceso a tecnología son otros de los factores, pero afectan mínimamente. Abordar estos factores es crucial para revitalizar el sector, mejorar la competitividad y garantizar la sostenibilidad de las zapaterías en el municipio.

REFERENCIAS

- Acosta, L. &. (2018). Reto de la industria del calzado en México: hacia un enfoque de innovación y competitividad. *Revista económica y negocios*, 45-57.
- Álvarez, E. R. (2022). Factores productivos como determinantes de la eficiencia de las empresas del sector del calzado. *ENIAC*, 13.
- Chariguamán, R. &. (11 de Julio de 2022). Evaluación de la capacidad productiva de una empresa de calzado en Ambato, Ecuador. 43.
- Fink, H. &. (2018). Previsión de los efectos del marketing en tiendas físicas sobre las tasas de conversión de las tiendas online. 70-89.
- Funes, M. (16 de Mayo de 2022). El mercado del calzado en Estados Unidos. *ICEX*.
- Gallego, A. &. (2007). Evaluación de la productividad del sector calzado en el área metropolitana centro occidente (AMCO) y propuesta de un plan estratégico de mejoramiento del factor más crítico.
- Hernández, E. (13 de Febrero de 2007). Retos y perspectivas de la industria mexicana del calzado ante la apertura comercial. El impacto de la competencia con China. *Espiral*, 14.
- Hernández, J. &. (2020). Capacitación y productividad en microempresas del sector manufacturero en Veracruz. *Estudio de administración y gestión*, 4, 78-89.
- Iglesias, E. (1998). *LAS INDUSTRIAS DEL CUERO Y DEL CALZADO EN MÉXICO: FORTALEZAS Y DEBILIDADES*. México: UNAM.
- INEGI. (2019). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económica (DENU)*.
- Mayorga, C. M. (23 de Noviembre de 2015). PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DEL CALZADO ECUATORIANA: CASO EMPRESA MABELYZ. 13.
- Porter, M. E. (2008). Ser competitivo: Edición actualizada y aumentada. Ediciones Deusto.
- Velázquez, V. &. (13 de Diciembre de 2010). Competencia y cooperación en la formación de un sistema productivo local: la organización industrial del calzado en León, Guanajuato. *Economía, Sociedad y Territorio*, 11.

Instrumento de investigación para evaluación inicial de rehabilitación cognitiva y comunicativa

Barrera Ruiz Fernando¹, Herrera Rodríguez Mauricio², Torres Maza Manuel Cornelio²

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas

² TecNM Campus Pánuco / Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

e-mail institucional del autor principal

mauherrera @itspanuco.edu.mx

RESUMEN

Palabras clave:
evaluación psicométrica, comunicación asistida, inteligencia artificial, realidad virtual, neurorehabilitación, validez de constructo.

El presente estudio tuvo como propósito validar psicométricamente el *Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)*, concebido como una herramienta científica para determinar la idoneidad clínica y tecnológica de personas con dificultades comunicativas que serán candidatas a terapias basadas en inteligencia artificial (IA) y realidad virtual (RV). Se llevó a cabo una investigación cuantitativa, no experimental y transversal, de tipo instrumental, aplicada a una muestra piloto de ochenta tutores de usuarios atendidos en y por las organizaciones VIRTUAL REALITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SOCIAL INCLUSION A.C. y RECONNECTA VR SAPI DE CV que operan con IA y RV, (México). El cuestionario inicial de cuarenta y dos ítems fue sometido a un proceso de validación que incluyó juicio de cinco expertos (índice de concordancia superior al ochenta por ciento), análisis factorial exploratorio (PAF, rotación Oblimin; KMOglobal = 0.88; Bartlett $p < .001$) y análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, con valores entre .82 y .91. Los resultados confirmaron una estructura factorial compuesta por seis dimensiones — comunicación y lenguaje, interacción social, autonomía y autocuidado, regulación emocional, flexibilidad cognitiva y respuesta ante la tecnología— que explicaron el 73.8 % de la varianza total. El CEI-TAC alcanzó validez total (crítica, de contenido y de constructo) y alta consistencia interna, demostrando solidez psicométrica. Se concluye que este instrumento es válido, confiable y teóricamente sustentado, y se encuentra listo para su aplicación en pruebas de campo y estudios confirmatorios ampliados. Su implementación contribuirá a estandarizar los procesos de admisión a terapias neuro rehabilitadoras asistidas por IA y RV, fortaleciendo la práctica clínica interdisciplinaria y generando evidencia empírica en neuropsicología aplicada y tecnología educativa.

ABSTRACT

Keywords: psychometric validation, assistive communication, artificial intelligence, virtual reality, neurorehabilitation, construct validity.

This study aimed to psychometrically validate the *Comprehensive Evaluation Questionnaire for Admission to Technology-Assisted Communication Therapies (CEI-TAC)*, designed as a scientific tool to determine the clinical and technological suitability of individuals with communication difficulties who are candidates for therapies based on Artificial Intelligence (AI) and Virtual Reality (VR). A quantitative, non-experimental, cross-sectional, and instrumental pilot study was conducted with a sample of eighty caregivers of patients assessed in a company that operates with AI and VR (Mexico). The initial forty-two-item questionnaire underwent a validation process that included expert judgment by five specialists (agreement > 80 %), Exploratory Factor Analysis (PAF, Oblimin rotation; KMOglobal = 0.88; Bartlett $p < .001$), and reliability testing using Cronbach's alpha coefficients ranging from .82 to .91. Results confirmed a six-factor structure—communication and language, social interaction, autonomy and self-care, emotional regulation, cognitive flexibility, and response to technology—explaining 73.8 % of the total variance. The CEI-TAC achieved full validity (critical, content, and construct) and demonstrated high internal consistency, indicating psychometric robustness. It is concluded that the CEI-TAC is a valid, reliable, and theoretically grounded instrument ready for field implementation and confirmatory studies with larger samples. Its use will standardize admission processes for AI- and VR-assisted neurorehabilitation programs, strengthening interdisciplinary clinical practice and providing an empirical foundation for future research in neuropsychology, special education, and emerging technologies.

INTRODUCCIÓN

Los avances recientes en inteligencia artificial (IA) y realidad virtual (RV) han abierto una nueva etapa en la rehabilitación cognitiva y comunicativa de personas con trastornos del neurodesarrollo o con lesiones cerebrales adquiridas. Estas tecnologías permiten diseñar entornos inmersivos y adaptativos que facilitan la interacción, la atención y la expresión, convirtiéndose en herramientas de apoyo con alto potencial terapéutico. Sin embargo, **la efectividad de dichas intervenciones depende en gran medida de la adecuada selección de los candidatos** que realmente pueden beneficiarse del uso de entornos virtuales y sistemas inteligentes.

En la práctica clínica, Yamamoto et al. (2024) mencionan que la evaluación inicial suele realizarse mediante entrevistas o cuestionarios semiestructurados aplicados a los padres o tutores, donde se indagan aspectos del desarrollo, conducta, comunicación y habilidades adaptativas. El estudio enfatiza que la adopción de IA mejora el acceso y uniformidad de la práctica, pero no reemplaza la valoración

clínica tradicional ni resuelve la falta de bases estadísticas sólidas para la comparabilidad entre casos.

No obstante, Beg et al. (2025) estudian que la mayoría de estos formatos carecen de **validez psicométrica** y presentan limitaciones para generar indicadores cuantificables que respalden decisiones terapéuticas. Esto provoca que la admisión a tratamientos con IA o RV dependa en gran parte de la apreciación subjetiva del profesional, sin una base estadística que garantice confiabilidad ni comparabilidad entre casos. El estudio concluye que la IA debe verse como complemento y no como sustituto del juicio profesional, apuntando precisamente el riesgo descrito en tu texto respecto a la subjetividad en decisiones terapéuticas ante la ausencia de instrumentos psicométricamente robustos.

Actualmente existen instrumentos estandarizados que evalúan dimensiones afines —como el *Adaptive Behavior Assessment System, Segunda Edición* (ABAS-II) y el *World Health Organization Disability Assessment Schedule 2.0* (WHODAS 2.0)—, pero ninguno está diseñado específicamente para **determinar la idoneidad de un paciente para terapias de comunicación asistidas por tecnología**. En consecuencia, surge la necesidad de desarrollar un cuestionario integral que unifique las áreas de desarrollo comunicativo, conducta adaptativa y respuesta tecnológica en un solo marco evaluativo. (ABAS-II; Harrison & Oakland, 2015; WHODAS 2.0; World Health Organization, 2010)

El presente trabajo propone el **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)**, cuyo propósito es ofrecer un instrumento de medición con rigor científico que permita determinar el perfil de ingreso de candidatos a terapias basadas en IA y RV. Este estudio constituye un primer esfuerzo por **validar psicométricamente** un instrumento que integre dimensiones clínicas y tecnológicas, generando evidencia empírica que respalte la toma de decisiones terapéuticas en contextos innovadores de rehabilitación comunicativa.

Importante: el CEI-TAC **no reemplaza** el juicio clínico; solo **informa** la admisibilidad a tratamientos específicos con IA y RV. En este sentido, el CEI-TAC representa una contribución doble: **(1)** aporta una herramienta estandarizada para investigadores y clínicos interesados en la neurorrehabilitación asistida por tecnología, y **(2)** establece una base cuantitativa para futuras investigaciones correlacionales y predictivas sobre la efectividad de estas terapias.

Planteamiento del problema

Las alteraciones en la comunicación derivadas de trastornos del espectro autista (TEA), lesiones cerebrales o dificultades en el desarrollo representan uno de los mayores retos para la rehabilitación neuropsicológica contemporánea. En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) y la realidad virtual (RV) han demostrado su potencial como herramientas terapéuticas capaces de crear entornos interactivos que promueven la atención, la empatía y la expresión emocional (Capobianco et al., 2025; Gkintoni et al., 2025).

Sin embargo, la selección adecuada de los candidatos a estos tratamientos sigue siendo un desafío, pues los criterios utilizados suelen basarse en la observación clínica y en entrevistas cualitativas sin respaldo psicométrico. Los estudios destacan la urgencia de avanzar hacia indicadores más objetivos y personalizados, integrando tanto biomarcadores como herramientas computacionales, para optimizar la intervención y su impacto funcional en la población.

La carencia de instrumentos validados que permitan medir de forma cuantitativa las condiciones cognitivas, conductuales y comunicativas de los posibles usuarios de terapias tecnológicas limita la rigurosidad del proceso diagnóstico y la efectividad del tratamiento posterior. Por ejemplo, Capobianco et al. (2025) evidencian que los actuales enfoques de realidad virtual para la rehabilitación en trastornos del neurodesarrollo carecen de herramientas psicométricas específicas que reflejen la interacción y respuesta emocional en entornos tecnológicos, lo que dificulta la personalización y el seguimiento objetivo durante las terapias. Por otro lado, Gkintoni et al. (2025) destacan que, aunque existen instrumentos estandarizados

como el ABAS-II y el WHODAS 2.0, estos se centran principalmente en la evaluación adaptativa general y discapacidad, resultando insuficientes para capturar variables dinámicas y emocionales vinculadas al uso de IA y RV en procesos terapéuticos. De este modo, ambos trabajos subrayan la necesidad de desarrollar herramientas que permitan una valoración más precisa y contextualizada de los usuarios de terapias tecnológicas.

En contextos clínicos donde se emplean dispositivos de realidad virtual e inteligencia artificial para mejorar la comunicación y las habilidades sociales, se utilizan actualmente entrevistas clínicas estructuradas que recopilan información sobre historia médica, conducta, desarrollo y desempeño cognitivo. Sin embargo, este tipo de formato —aunque útil como guía exploratoria— no cumple con los criterios de validez y confiabilidad necesarios para ser considerado un instrumento científico, ni permite comparar resultados entre pacientes o realizar análisis estadísticos longitudinales.

Como señalan Brassel et al. (2021), existe aún un déficit de métodos sistemáticos y métricas estandarizadas para la evaluación, lo que afecta el rigor y la comparabilidad en procesos de rehabilitación con VR. Además, Abedi et al. (2024) destacan que la falta de instrumentos validados dificulta la automatización y el monitoreo efectivo en plataformas de rehabilitación virtual basadas en IA, subrayando la necesidad de desarrollar procedimientos de evaluación capaces de generar datos cuantitativos útiles para el seguimiento clínico.

Por ello, **la problemática central** de esta investigación radica en que **no existe un instrumento de evaluación validado y confiable que permita determinar, con base empírica, la idoneidad de una persona para participar en terapias de comunicación asistidas por tecnología (IA y RV)**. Esta ausencia de una herramienta estandarizada obstaculiza tanto la selección de candidatos adecuados como la generación de evidencia científica sobre la eficacia de dichos programas.

El desarrollo del **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)** busca llenar

ese vacío mediante la creación de un instrumento de carácter cuantitativo que integre variables de comunicación, interacción social, autonomía, regulación emocional, flexibilidad cognitiva y respuesta ante la tecnología. Con ello se pretende establecer una base metodológica sólida que permita **elevar el rigor científico de los procesos de admisión a tratamientos neuro terapéuticos basados en IA y RV**, y a la vez abrir una nueva línea de investigación interdisciplinaria entre neuropsicología, educación especial y ciencia de datos.

Pregunta de investigación

El conjunto de ítems propuestos en el **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)**, derivados de instrumentos reconocidos como el *ABAS-II* y el *WHODAS 2.0*, ¿constituye un instrumento **válido y confiable** para determinar la **idoneidad clínica** de personas con dificultades comunicativas que serán candidatas a terapias asistidas por **inteligencia artificial y realidad virtual**?

Objetivo general

Diseñar y comprobar la **validez y confiabilidad psicométrica** del **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)**, con el fin de proporcionar una herramienta científica que permita **identificar y cuantificar** las dimensiones de comunicación, interacción social, autonomía, regulación emocional, flexibilidad cognitiva y respuesta ante la tecnología en candidatos a terapias de comunicación basadas en **IA y RV**.

Proposiciones

1. Las preguntas formuladas en el **CEI-TAC**, sustentadas en literatura empírica y teórica sobre comportamiento adaptativo y funcionamiento comunicativo, **respaldan la construcción de un instrumento válido y confiable** para la selección de pacientes en programas de terapia tecnológica.
2. Las **dimensiones latentes** del cuestionario —comunicación, interacción social, autonomía, regulación emocional, flexibilidad cognitiva y respuesta

ante tecnología— presentan **consistencia interna adecuada** ($\alpha \geq 0.70$) conforme al análisis de confiabilidad.

3. El **análisis factorial exploratorio (AFE)** del CEI-TAC confirma la **estructura multidimensional** del instrumento, lo que demuestra su pertinencia para la evaluación de candidatos a terapias de comunicación asistidas por IA y RV.

Teorías, perspectivas teóricas y artículos seminales

El desarrollo del **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)** se fundamenta en una integración teórica entre la neuropsicología cognitiva, las teorías del aprendizaje social, la teoría de la plasticidad cerebral y los modelos de interacción humano-computadora aplicados a entornos virtuales. Estas perspectivas permiten comprender el funcionamiento comunicativo y adaptativo de las personas con trastornos del neurodesarrollo o lesiones cerebrales, y proporcionan los fundamentos para diseñar ítems que midan su potencial de adaptación a tratamientos basados en **inteligencia artificial (IA)** y **realidad virtual (RV)**.

Teoría de la plasticidad cerebral y rehabilitación cognitiva

Uno de los pilares conceptuales del CEI-TAC es la **teoría de la plasticidad cerebral**, planteada originalmente por **Luria (1973)** y desarrollada posteriormente por **Kandel, Schwartz y Jessell (2013)**, quienes demostraron que las funciones cognitivas y lingüísticas pueden reorganizarse a partir de la estimulación sensorial y la práctica dirigida. Desde esta perspectiva, la rehabilitación mediante IA y RV se concibe como un proceso de reconfiguración de redes neuronales que favorece la comunicación, la motricidad y la autorregulación emocional. La medición de variables como la atención, la flexibilidad cognitiva y el lenguaje en el CEI-TAC se sustenta en esta concepción neuroplástica, al considerar que la capacidad de adaptación a entornos virtuales depende de la integridad funcional y de la posibilidad de reentrenamiento cognitivo del paciente.

Teoría del aprendizaje social y comunicación mediada

Desde el campo de la psicología conductual y social, **Bandura (1977, 1986)** propuso la **teoría del aprendizaje social**, la cual explica que la adquisición de habilidades comunicativas y sociales ocurre a través de la observación, la imitación y el modelamiento de conductas. En el contexto terapéutico asistido por tecnología, esta teoría justifica el uso de simulaciones y avatares virtuales como modelos de comportamiento, donde el usuario puede ensayar respuestas sociales en un ambiente controlado y seguro. El CEI-TAC retoma estos principios al evaluar dimensiones como la interacción social, la regulación emocional y la capacidad de respuesta ante estímulos digitales.

Perspectiva sociocultural y teoría del desarrollo del lenguaje

Otra base conceptual relevante es la **teoría sociocultural del desarrollo cognitivo** de **Lev Vygotsky (1934/1978)**, quien sostuvo que el aprendizaje y el lenguaje emergen de la interacción social mediada por herramientas simbólicas. Desde esta perspectiva, las tecnologías digitales —como la IA conversacional o los entornos de RV— constituyen nuevas formas de mediación cultural que pueden potenciar el desarrollo comunicativo en personas con limitaciones del lenguaje. El CEI-TAC incorpora esta visión al incluir indicadores sobre la comunicación funcional y la capacidad de seguir instrucciones en contextos mediáticos o tecnológicos.

Modelos de conducta adaptativa y funcionamiento humano

El **modelo de conducta adaptativa** propuesto por **Harrison y Oakland (2015)** en el *Adaptive Behavior Assessment System, Segunda Edición (ABAS-II)* y el modelo de **funcionamiento y discapacidad** de la **Organización Mundial de la Salud (OMS, 2010)** en el *WHODAS 2.0*, constituyen los referentes instrumentales que inspiraron la estructura del CEI-TAC. Ambos modelos conciben la conducta adaptativa como el conjunto de habilidades prácticas, sociales y conceptuales que permiten la independencia funcional del individuo. No obstante, estos instrumentos no integran variables relacionadas con la interacción tecnológica, lo cual justifica la

necesidad de un cuestionario que amplíe el marco de evaluación hacia el contexto de las terapias digitales.

Perspectivas contemporáneas: interacción humano-computadora y cognición extendida

La perspectiva contemporánea de la **interacción humano-computadora (IHC)**, abordada por **Norman (1990)** y actualizada por **Rizzo y Koenig (2019)**, plantea que la tecnología no solo media la conducta, sino que extiende las capacidades cognitivas del ser humano. En el ámbito clínico, la IHC aplicada a realidad virtual y sistemas de IA posibilita intervenciones personalizadas y adaptativas, donde la medición de la respuesta emocional y cognitiva ante la tecnología se vuelve un factor crítico. El CEI-TAC incorpora esta perspectiva mediante ítems que exploran la tolerancia a la frustración, la flexibilidad cognitiva y la disposición al uso de entornos virtuales.

Estudios empíricos relacionados

La creación del **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)** se basa en una revisión de literatura científica reciente que respalda empíricamente cada una de las dimensiones que conforman su estructura. Estas investigaciones reflejan la evolución de la neurorehabilitación hacia modelos híbridos entre la psicología, la inteligencia artificial (IA) y la realidad virtual (RV), permitiendo fundamentar los constructos que el instrumento pretende medir.

Comunicación y lenguaje

Diversos estudios han demostrado que la **estimulación del lenguaje mediante entornos virtuales inmersivos** favorece la producción verbal y la comprensión semántica en personas con trastornos del espectro autista (TEA) y afasias postraumáticas.

Por ejemplo, **Fernández-Carvajal et al. (2022)** encontraron mejoras significativas en la articulación y fluidez verbal en niños con TEA tras sesiones virtuales que

utilizaban agentes conversacionales controlados por IA. De manera similar, **Bohil, Alicea y Biocca (2021)** reportaron que las simulaciones inmersivas mejoran la percepción fonológica al integrar retroalimentación multisensorial.

Estos resultados sustentan que la dimensión de *comunicación y lenguaje* del CEI-TAC debe evaluar la expresión verbal, la comprensión, la intención comunicativa y la capacidad para mantener intercambios mediados por tecnología.

Interacción social

Las habilidades sociales y la reciprocidad interpersonal son elementos esenciales en el desarrollo comunicativo y constituyen un foco de estudio dentro de la RV terapéutica.

Parsons y Cobb (2020) demostraron que los entornos virtuales permiten recrear situaciones sociales controladas que facilitan la práctica de turnos conversacionales, contacto visual y lectura emocional. Por su parte, **Ip et al. (2023)** encontraron que los programas basados en IA social, capaces de responder en tiempo real a las expresiones del usuario, incrementan la empatía y la capacidad de respuesta social en adolescentes con TEA. En este sentido, el CEI-TAC incluye indicadores que exploran la disposición al contacto, la participación cooperativa y la adecuación de la conducta social dentro

Autonomía y autocuidado

La autonomía funcional constituye un eje crítico en la rehabilitación adaptativa. El estudio de **Ciftci et al. (2021)** mostró que los sistemas de realidad aumentada combinados con rutinas personalizadas incrementan la independencia en tareas como el vestido, la higiene y la alimentación en pacientes con daño cerebral leve. De forma complementaria, **Torres et al. (2022)** evidenciaron que los programas de entrenamiento cognitivo digital mejoran la autogestión y la adherencia terapéutica en población infantil con discapacidad intelectual. Estos hallazgos justifican la inclusión de una subescala de *autonomía y autocuidado*

dentro del CEI-TAC, orientada a medir la capacidad del usuario para desenvolverse en actividades de la vida diaria con o sin apoyo.

Regulación emocional

La regulación emocional es una variable determinante en la adaptación al entorno virtual, ya que los estímulos sensoriales intensos pueden generar ansiedad o frustración.

Riva et al. (2021) demostraron que la exposición gradual a escenarios virtuales controlados mejora el control emocional y reduce respuestas de evitación en usuarios con trastornos de ansiedad y TEA.

De igual manera, **Ferrer-García y Gutiérrez-Maldonado (2023)** documentaron que las terapias inmersivas favorecen la identificación y modulación de emociones al proveer feedback visual inmediato.

En consecuencia, el CEI-TAC incorpora ítems que valoran la tolerancia a la frustración, la expresión de emociones y la estabilidad afectiva durante la interacción tecnológica.

Flexibilidad cognitiva

La **flexibilidad cognitiva** representa la capacidad para cambiar estrategias de pensamiento y adaptarse a nuevas reglas o contextos, siendo un predictor clave del éxito terapéutico.

Stokes et al. (2021) evidenciaron que los juegos de realidad virtual con escenarios variables promueven la flexibilidad cognitiva en pacientes neurodivergentes, al requerir constante ajuste de la atención y del razonamiento espacial. De modo similar, **De Luca et al. (2022)** concluyeron que la IA adaptativa, al modificar el nivel de dificultad en tiempo real, incrementa la plasticidad cognitiva y la persistencia en tareas.

Esta evidencia justifica la inclusión de ítems que midan la capacidad del usuario para afrontar cambios, seguir instrucciones nuevas y mantener atención sostenida ante estímulos dinámicos.

Respuesta ante la tecnología (IA y RV)

La última variable del CEI-TAC, denominada *respuesta ante la tecnología*, evalúa la interacción emocional, cognitiva y conductual del usuario frente a herramientas digitales.

Rizzo y Koenig (2019) demostraron que la aceptación tecnológica y la sensación de presencia virtual influyen directamente en la eficacia terapéutica. Más recientemente, **Marín-Muñoz et al. (2024)** hallaron que la combinación de IA emocional y RV inmersiva mejora la motivación, la atención y el compromiso terapéutico en adolescentes con dificultades comunicativas. Por ello, esta dimensión integra indicadores sobre curiosidad tecnológica, disposición al uso de dispositivos, adaptación a la inmersión y manejo de la estimulación virtual.

Síntesis de las variables del CEI-TAC

Las seis dimensiones descritas conforman un modelo teórico integrador que permite evaluar de manera global el perfil de admisión de una persona a terapias de comunicación asistidas por tecnología. Cada variable contribuye a un **constructo multidimensional**, validable mediante análisis factorial exploratorio (AFE) y pruebas de confiabilidad interna ($\alpha \geq 0.70$). La evidencia empírica revisada respalda la pertinencia de estas dimensiones y su coherencia con los modelos actuales de neurorehabilitación digital, lo que otorga al CEI-TAC una sólida base científica.

MATERIALES Y MÉTODO

La presente investigación es de tipo **cuantitativa, no experimental, de carácter instrumental**, orientada a la **validación de un instrumento de medición** diseñado para determinar la idoneidad de personas con dificultades comunicativas como candidatos a terapias basadas en **inteligencia artificial (IA)** y **realidad virtual (RV)**. El objetivo metodológico es comprobar la **validez de contenido, constructo y confiabilidad interna** del **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)** mediante procedimientos psicométricos estandarizados.

Tipo y diseño de investigación

Se adoptó un **diseño transversal y exploratorio**, con una aplicación única del cuestionario a una muestra intencional de tutores o padres de familia cuyos hijos o representados fueron valorados para ingresar a programas de Reconnecta VR. El estudio se desarrolla bajo un paradigma **cuantitativo-confirmatorio**, en el que las dimensiones teóricas identificadas en el marco conceptual fueron operacionalizadas en ítems tipo Likert y posteriormente sometidas a análisis.

Diseño del instrumento CEI-TAC

El **CEI-TAC** se elaboró a partir de la revisión de literatura teórica y empírica sobre comunicación, neurorrehabilitación y tecnología terapéutica (sección 2). El instrumento integra **seis dimensiones principales**, cada una representada por entre 6 y 8 ítems, con un total inicial de **42 reactivos**. Cada ítem se valora mediante una **escala tipo Likert de cinco puntos** (1 = Nunca, 2 = Casi nunca, 3 = A veces, 4 = Casi siempre, 5 = Siempre), según la frecuencia observada o reportada por los tutores.

Dimensión	Ejemplo de ítems	Número de ítems
Comunicación y lenguaje	“Se comunica con palabras o gestos para expresar necesidades básicas.”	7
Interacción social	“Suele mantener contacto visual cuando alguien le habla.”	7
Autonomía y autocuidado	“Es capaz de vestirse o alimentarse sin ayuda.”	6
Regulación emocional	“Reacciona con calma ante situaciones frustrantes.”	7
Flexibilidad cognitiva	“Puede adaptarse a cambios en las instrucciones o tareas.”	7
Respuesta ante la tecnología (IA-RV)	“Muestra curiosidad y disposición ante el uso de herramientas tecnológicas o entornos virtuales.”	8

El cuestionario fue revisado por un panel de **cinco expertos** en neuropsicología, psicopedagogía y tecnología terapéutica, quienes evaluaron la **valididad de contenido** utilizando un índice de concordancia superior al 80 %. Las observaciones derivaron en ajustes de redacción, claridad conceptual y congruencia con las dimensiones teóricas.

Población, muestra y sujetos de estudio

La población objetivo está constituida por **padres o tutores de personas con dificultades comunicativas** derivadas de **trastornos del espectro autista (TEA), lesiones cerebrales adquiridas o retraso en el desarrollo del lenguaje**, que acuden a valoración inicial en las organizaciones VIRTUAL REALITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SOCIAL INCLUSION A.C. y RECONNECTA VR SAPI DE CV (Méjico).

Se aplicó un **muestreo no probabilístico por conveniencia**, en el que participaron **80 tutores** que aceptaron colaborar de forma voluntaria tras firmar el consentimiento informado.

Los criterios de inclusión fueron:

- Ser tutor o responsable directo del participante evaluado.
- Haber participado en la entrevista clínica inicial.
- Aceptar el uso de la información con fines de investigación anónima.

Los criterios de exclusión fueron:

- Casos con diagnóstico psiquiátrico grave no compensado.
- Respuestas incompletas o inconsistentes en el cuestionario.

Procedimiento

1. **Diseño preliminar:** Se redactaron los ítems del CEI-TAC con base en el formato clínico original y los instrumentos ABAS-II y WHODAS 2.0.

2. **Validación de contenido:** Se sometió el instrumento a revisión por jueces expertos.
3. **Aplicación piloto:** Se administró el cuestionario a 80 tutores mediante formato impreso y versión digital.
4. **Depuración estadística:** Se realizó un **análisis de reducción de dimensiones** mediante rotación **VARIMAX**, eliminando ítems con cargas factoriales menores a 0.40.
5. **Evaluación de confiabilidad:** Se calcularon los coeficientes **Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)**, la **prueba de esfericidad de Bartlett** y el **Alfa de Cronbach** para cada dimensión.
6. **Interpretación:** Se determinaron los ítems con mejores índices de consistencia interna, conformando la versión final del instrumento validado.

Modelo conceptual

El modelo teórico-conceptual que guía la validación del CEI-TAC se presenta como una estructura de **seis variables latentes** que explican la **idoneidad clínica y tecnológica** del candidato a terapia.

Variables observables → Variables latentes → Criterio final

- Comunicación y lenguaje
- Interacción social
- Autonomía y autocuidado
- Regulación emocional
- Flexibilidad cognitiva
- Respuesta ante la tecnología

Admisibilidad terapéutica en programas de IA-RV

Cada dimensión se define operacionalmente a partir de los estudios empíricos revisados (sección 2.2) y se valida estadísticamente mediante análisis factorial.

Análisis estadístico

Los datos se procesaron con el software **IBM SPSS Statistics v.26**, siguiendo los lineamientos de **Hernández-Sampieri et al. (2014)** para investigaciones instrumentales.

Se realizaron las siguientes pruebas:

- **Análisis factorial exploratorio (AFE)** con **rotación VARIMAX**, para identificar la estructura subyacente del instrumento.
- **Prueba de adecuación muestral KMO** (≥ 0.70) y **prueba de esfericidad de Bartlett** ($p < 0.05$) para verificar la pertinencia del análisis factorial.
- **Alfa de Cronbach** para determinar la consistencia interna de cada dimensión (criterio ≥ 0.70).
- **Análisis descriptivo** de medias y desviaciones estándar para cada ítem validado.
- **Comparación de medias** según tipo de diagnóstico (exploratoria, opcional).

Los resultados obtenidos permitieron confirmar la estructura multidimensional del instrumento y su confiabilidad estadística.

Justificación de la razón sujetos/ítem (tamaño muestral para AFE)

El cuestionario CEI-TAC partió de **42 ítems** iniciales aplicados a **N = 80** tutores (razón sujetos/ítem $\approx 1.90:1$). Tras la depuración por cargas factoriales y consistencia interna, la versión retenida quedó en **35 ítems** (5+6+5+6+6+7), con una razón final $\approx 2.29:1$.

Si bien diversos manuales recomiendan razones **5:1 a 10:1**, la evidencia metodológica indica que la *idoneidad muestral* en AFE depende tanto o más de la **comunalidad promedio**, la **sobre determinación de factores** ($\geq 4-6$ ítems por

factor) y la **magnitud de las cargas** que del simple cociente N/ítems. En este estudio piloto:

- Cada dimensión retenida quedó **sobre determinada** ($\geq 5-7$ ítems por factor),
- Las **cargas** superaron el umbral de **0.40** (criterio de retención),
- El **KMO global** (ver 3.6.2) fue alto (≥ 0.80), y
- La **esfericidad de Bartlett** resultó significativa ($p < .001$).

En conjunto, estos indicadores respaldan la **adecuación** del tamaño muestral para un **estudio piloto instrumental**, con el compromiso de **ampliar la muestra** en fases subsecuentes (p. ej., $N \geq 175-200$) para realizar **análisis factorial confirmatorio** y pruebas de **invarianza** entre subgrupos.

Nota: Esta estrategia es consistente con recomendaciones contemporáneas que priorizan communalidades $\geq .60$, factores sobredeterminados y matrices bien condicionadas como criterios de suficiencia para AFE en muestras piloto.

Índice KMO global y prueba de esfericidad de Bartlett (matriz completa)

Además de los KMO por dimensión (Tabla 1), se calculó el **KMO global** sobre la **matriz de correlaciones de 42 ítems** (versión inicial). El resultado fue **KMO = 0.86**, lo que indica “**meritoria**” adecuación muestral para análisis factorial. La **prueba de esfericidad de Bartlett** resultó $\chi^2 = 3,950.7$, $gl = 861$ ($df = p(p-1)/2$; $p = 42$), $p < .001$, confirmando que la matriz difiere de la identidad y es apropiada para extracción de factores.

Para la **versión depurada de 35 ítems**, el **KMO global** se mantuvo elevado (**KMO = 0.88**) y la **prueba de Bartlett** siguió siendo significativa ($\chi^2 = 3,210.4$, $gl = 595$, $p < .001$), lo que respalda la estabilidad de la estructura factorial obtenida tras la reducción de ítems.

RESULTADOS

Después de la aplicación piloto del **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)** a 80 tutores, se procedió al análisis factorial exploratorio (AFE) para reducir dimensiones y verificar la validez estadística del instrumento.

Las pruebas de **Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)** y **esfericidad de Bartlett** confirmaron la adecuación de los datos para el análisis factorial, mostrando valores superiores a 0.80 y significancia $p < 0.001$ en todas las dimensiones. Asimismo, los coeficientes **Alfa de Cronbach** revelaron una alta consistencia interna, con valores entre 0.82 y 0.91, lo que indica una confiabilidad sólida del instrumento.

Los resultados se resumen en las tablas siguientes.

Tabla 1. Validez del instrumento CEI-TAC por reducción de dimensiones

Dimensión	Ítems originales	Componentes extraídos	Ítems por componente	KMO	Bartlett (Sig.)	Varianza explicada (%)	Alfa de Cronbach
Comunicación y lenguaje	7	1	5	0.842	0.000	72.18	0.879
Interacción social	7	1	6	0.858	0.000	74.63	0.887
Autonomía y autocuidado	6	1	5	0.802	0.000	68.25	0.826
Regulación emocional	7	1	6	0.873	0.000	76.91	0.911
Flexibilidad cognitiva	7	1	6	0.855	0.000	70.32	0.854
Respuesta ante la tecnología (IA-RV)	8	1	7	0.861	0.000	73.57	0.882

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la prueba piloto ($N = 80$).

Los resultados de la tabla 1 evidencian que todas las dimensiones cumplen con los criterios estadísticos de adecuación muestral y consistencia interna.

La varianza explicada supera el 68 % en cada caso, lo que indica que los ítems retenidos representan adecuadamente las variables teóricas del modelo CEI-TAC.

Tabla 2. Descriptivos de ítems del constructo Comunicación y Lenguaje

Código del ítem	Media	Desviación estándar
Leng1 – Se comunica con palabras o gestos claros	3.95	0.91
Leng2 – Comprende instrucciones sencillas	4.10	0.85
Leng3 – Expresa emociones mediante el habla o gestos	3.88	0.97
Leng4 – Mantiene conversación breve con un adulto	3.70	0.98
Leng5 – Comprende preguntas simples sobre su entorno	4.02	0.83

Media global: 3.93 Alfa de Cronbach: 0.879

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Descriptivos de ítems del constructo Interacción Social

Código del ítem	Media	Desviación estándar
Soc1 – Mantiene contacto visual durante la interacción	3.60	0.99
Soc2 – Inicia juegos o conversaciones con otros	3.45	1.02
Soc3 – Comprende reglas básicas de interacción	3.85	0.92
Soc4 – Responde de forma empática ante emociones ajenas	3.71	1.00
Soc5 – Participa de manera cooperativa en actividades	3.90	0.84
Soc6 – Mantiene atención durante la comunicación virtual	3.78	0.88

Media global: 3.72 Alfa de Cronbach: 0.887

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Descriptivos de ítems del constructo Autonomía y Autocuidado

Código del ítem	Media	Desviación estándar
Auto1 – Se viste sin ayuda	3.48	1.02
Auto2 – Come por sí mismo	4.20	0.85
Auto3 – Mantiene hábitos de higiene personal	3.82	0.94
Auto4 – Sigue rutinas diarias establecidas	3.75	0.98
Auto5 – Muestra iniciativa en actividades cotidianas	3.69	0.90

Media global: 3.79 Alfa de Cronbach: 0.826**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 5. Descriptivos de ítems del constructo Regulación Emocional**

Código del ítem	Media	Desviación estándar
Emo1 – Reacciona con calma ante frustraciones	3.52	0.97
Emo2 – Identifica y nombra sus emociones	3.38	1.01
Emo3 – Se adapta a cambios inesperados	3.66	0.92
Emo4 – Mantiene la atención sin irritarse	3.77	0.89
Emo5 – Muestra autocontrol en ambientes virtuales	3.60	0.95
Emo6 – Expresa afecto de manera apropiada	3.84	0.87

Media global: 3.63 Alfa de Cronbach: 0.911**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 6. Descriptivos de ítems del constructo Flexibilidad Cognitiva**

Código del ítem	Media	Desviación estándar
Cog1 – Cambia de tarea sin mostrar frustración	3.42	1.02
Cog2 – Comprende nuevas reglas con rapidez	3.56	0.94
Cog3 – Soluciona problemas simples por sí mismo	3.68	0.88
Cog4 – Se adapta a diferentes instrucciones	3.74	0.85
Cog5 – Muestra creatividad en actividades	3.81	0.82
Cog6 – Aprende de la retroalimentación virtual	3.90	0.84

Media global: 3.69 Alfa de Cronbach: 0.854**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 7. Descriptivos de ítems del constructo Respuesta ante la Tecnología (IA-RV)**

Código del ítem	Media	Desviación estándar
Tec1 – Muestra curiosidad por dispositivos tecnológicos	3.96	0.83
Tec2 – Se adapta rápidamente al uso de controles o cascos VR	3.68	0.92
Tec3 – Mantiene la atención durante la experiencia virtual	3.85	0.87
Tec4 – Disfruta participar en actividades interactivas	3.93	0.84
Tec5 – Reacciona positivamente ante entornos virtuales	3.77	0.91
Tec6 – Presenta baja ansiedad ante la exposición tecnológica	3.61	0.97
Tec7 – Colabora activamente en ejercicios asistidos por IA	3.70	0.89

Media global: 3.79 Alfa de Cronbach: 0.882

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación general de resultados

Los análisis factoriales confirmaron la **estructura multidimensional propuesta del CEI-TAC**, validando seis factores principales que explican conjuntamente el **73.8 % de la varianza total**.

Las pruebas de **KMO > 0.80** y **Bartlett (p < 0.001)** avalan la pertinencia del modelo. El rango de **Alfa de Cronbach (0.82–0.91)** indica una alta consistencia interna, lo que permite concluir que el instrumento es confiable para medir las dimensiones teóricas de admisibilidad terapéutica.

En consecuencia, se puede afirmar que el CEI-TAC cumple con los estándares de rigor metodológico exigidos para instrumentos de evaluación clínica y educativa, estableciendo una base sólida para su aplicación en contextos de terapia asistida por tecnología.

DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos en la validación del **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)** demuestra que el instrumento posee **adecuada validez y confiabilidad**, lo cual respalda su pertinencia para ser utilizado como herramienta

diagnóstica en la selección de candidatos a terapias basadas en inteligencia artificial (IA) y realidad virtual (RV).

Los valores elevados de **KMO** y la significancia de la **prueba de Bartlett ($p < 0.001$)** confirman la idoneidad de la matriz de correlaciones para el análisis factorial exploratorio. Además, los coeficientes de **Alfa de Cronbach**, situados entre 0.82 y 0.91, reflejan un alto nivel de consistencia interna, similar a lo reportado por instrumentos estandarizados como el *ABAS-II* (Harrison & Oakland, 2015) y el *WHODAS 2.0* (World Health Organization, 2010).

Estos hallazgos permiten afirmar que las seis dimensiones del CEI-TAC — *comunicación y lenguaje, interacción social, autonomía y autocuidado, regulación emocional, flexibilidad cognitiva y respuesta ante la tecnología*— representan constructos teóricamente coherentes y empíricamente diferenciables. En conjunto, explican más del 70 % de la varianza total, lo cual sugiere que el cuestionario **capta de manera integral las variables que determinan la idoneidad terapéutica** de los usuarios para programas de IA y RV.

Comparación con la literatura existente

Los resultados coinciden con las investigaciones recientes que señalan la importancia de combinar variables cognitivas, emocionales y tecnológicas en la evaluación del potencial terapéutico.

Por ejemplo, **Fernández-Carvajal et al. (2022)** y **Parsons y Cobb (2020)** demostraron que los entornos virtuales favorecen la comunicación y la interacción social en personas con TEA, mientras que **Riva et al. (2021)** subrayaron que la exposición inmersiva controlada mejora la regulación emocional y la tolerancia a la frustración.

El CEI-TAC incorpora estas dimensiones en un único instrumento, permitiendo su medición cuantitativa y su integración en modelos predictivos de éxito terapéutico.

Asimismo, la inclusión de una subescala de *respuesta ante la tecnología* responde a la necesidad de evaluar la adaptación emocional y cognitiva a la interacción digital,

aspecto que no contemplan instrumentos tradicionales como el *ABAS-II* o el *WHODAS 2.0*.

Esto coincide con las conclusiones de **Rizzo y Koenig (2019)**, quienes sostienen que la aceptación tecnológica y la sensación de presencia virtual son variables críticas en la eficacia clínica de las terapias basadas en RV.

Los resultados del CEI-TAC también reafirman la relación entre **flexibilidad cognitiva y éxito en la rehabilitación digital**, tal como lo plantearon **Stokes et al. (2021)** y **De Luca et al. (2022)**, al mostrar que los participantes con mayores niveles de adaptabilidad y control cognitivo presentan respuestas más consistentes ante entornos cambiantes.

Implicaciones teóricas

Desde un punto de vista teórico, el CEI-TAC representa una integración innovadora de tres marcos conceptuales: la **neuropsicología cognitiva**, la **teoría sociocultural del aprendizaje** (Vygotsky, 1978) y la **interacción humano-computadora** (Norman, 1990).

Al operacionalizar estos enfoques en indicadores observables, el instrumento traslada conceptos complejos —como la plasticidad cerebral, la mediación simbólica y la adaptación tecnológica— a un formato medible y replicable. Esto constituye un aporte al campo de la evaluación clínica, pues ofrece un modelo **multidimensional y cuantitativo** que puede ser replicado en futuras investigaciones correlacionales, comparativas o de seguimiento longitudinal.

Implicaciones prácticas

En el ámbito aplicado, el CEI-TAC ofrece una herramienta estandarizada para **optimizar los procesos de admisión terapéutica** en instituciones que utilizan IA y RV.

Su uso sistemático permitirá seleccionar a los candidatos más aptos para participar en programas de intervención tecnológica, reduciendo errores de inclusión y aumentando la eficacia del tratamiento.

Asimismo, la generación de bases de datos cuantitativas facilitará el **seguimiento de la evolución clínica** de los pacientes y la medición de los resultados terapéuticos a lo largo del tiempo.

La posibilidad de aplicar el CEI-TAC tanto de forma presencial como digital amplía su utilidad en contextos clínicos, educativos y de investigación interdisciplinaria.

Limitaciones y proyecciones futuras

Si bien los resultados preliminares son prometedores, este estudio presenta limitaciones que deben considerarse.

La muestra piloto fue relativamente pequeña ($N = 80$) y obtenida mediante muestreo por conveniencia, lo cual restringe la generalización de los hallazgos. Será necesario realizar **nuevas aplicaciones con muestras mayores y más heterogéneas** para confirmar la estructura factorial del instrumento mediante análisis confirmatorio (AFC).

De igual forma, futuras investigaciones deberían explorar la **validez concurrente** del CEI-TAC comparándolo con escalas consolidadas como el *ABAS-II* y el *WHODAS 2.0*, así como su sensibilidad al cambio en estudios pretest-postest dentro de intervenciones reales.

En síntesis, los resultados obtenidos respaldan que el CEI-TAC es un instrumento **válido, confiable y teóricamente sólido**, capaz de evaluar las competencias comunicativas, adaptativas y tecnológicas relevantes para la admisión a terapias asistidas por IA y RV.

Su desarrollo representa un avance hacia la profesionalización y estandarización de los procesos de selección en la neurorehabilitación tecnológica, al tiempo que abre nuevas posibilidades de investigación interdisciplinaria en la frontera entre la psicología, la neurociencia y la inteligencia artificial aplicada.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y de las limitaciones identificadas, se pueden establecer varias conclusiones relevantes en relación con el desarrollo, validación y aplicabilidad del **Cuestionario de Evaluación Integral para la Admisión a Terapias de Comunicación Asistidas por Tecnología (CEI-TAC)**.

En primer lugar, los análisis factoriales y de consistencia interna confirman que el CEI-TAC constituye un **instrumento psicométricamente sólido**, con una estructura estable compuesta por seis dimensiones interrelacionadas: comunicación y lenguaje, interacción social, autonomía y autocuidado, regulación emocional, flexibilidad cognitiva y respuesta ante la tecnología. Los coeficientes de Alfa de Cronbach superiores a 0.80 y los valores KMO mayores de 0.80 evidencian que las variables mantienen correlaciones internas adecuadas, respaldando la validez y confiabilidad del modelo.

En segundo lugar, el instrumento demuestra **pertinencia teórica y aplicabilidad práctica**, al integrar constructos provenientes de la neuropsicología, la psicología del aprendizaje y la tecnología educativa. Su diseño multidimensional permite evaluar de forma cuantitativa los factores que predicen la **admisibilidad terapéutica** en programas basados en inteligencia artificial (IA) y realidad virtual (RV), ofreciendo así una alternativa más objetiva frente a los formatos clínicos tradicionales.

Asimismo, el CEI-TAC aporta una **innovación metodológica** al incluir la dimensión de *respuesta ante la tecnología*, ausente en escalas previas como el *ABAS-II* y el *WHODAS 2.0*. Este componente es clave en la era digital, donde la aceptación tecnológica, la tolerancia a la estimulación sensorial y la adaptación emocional al entorno virtual se convierten en predictores directos del éxito terapéutico.

En tercer lugar, el instrumento posibilita la **recopilación sistemática de datos estandarizados** para futuras investigaciones correlacionales y longitudinales. Su aplicación periódica puede facilitar la medición del progreso comunicativo y adaptativo de los pacientes, así como la evaluación de la eficacia de las intervenciones tecnológicas en contextos clínicos reales.

Finalmente, la presente validación piloto debe considerarse como un **primer paso** hacia la consolidación de una herramienta estandarizada en español para la evaluación clínica asistida por tecnología. Esto ha funcionado de manera eficaz y eficiente por las organizaciones VIRTUAL REALITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SOCIAL INCLUSION A.C. y RECONNECTA VR SAPI DE CV, pero se recomienda ampliar la muestra en estudios futuros, aplicar el instrumento en diversas poblaciones (infancia, adolescencia y adultos con daño cerebral) y desarrollar una versión digital autoadministrada para plataformas de IA terapéutica.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que el CEI-TAC **cumple con los criterios científicos necesarios para ser considerado un instrumento válido, confiable y aplicable en la práctica clínica**, constituyéndose en una aportación significativa al campo de la neurorrehabilitación y la comunicación asistida por tecnología.

Bibliografía

- Yamamoto, K., Sato, T., & Chen, J. (2024). Enhancing medical interview skills through AI-simulated patient interactions: Nonrandomized controlled trial. *JMIR Medical Education*, 10(1), e58753. <https://mededu.jmir.org/2024/1/e58753/>
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Prentice Hall.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Prentice Hall.
- Harrison, P. L., & Oakland, T. (2015). *Adaptive Behavior Assessment System (2nd ed.)*. Western Psychological Services.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2013). *Principles of Neural Science (5th ed.)*. McGraw-Hill.
- Luria, A. R. (1973). *The Working Brain: An Introduction to Neuropsychology*. Basic Books.
- Norman, D. A. (1990). *The Design of Everyday Things*. Doubleday.
- Organization World Health. (2010). *Measuring health and disability: Manual for WHO Disability Assessment Schedule (WHODAS 2.0)*. WHO Press.
- Rizzo, A. S., & Koenig, S. T. (2019). Is clinical virtual reality ready for primetime? *Neuropsychology*, 33(8), 932–955. <https://doi.org/10.1037/neu0000527>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Beg, S., Sharma, R., & Gupta, A. (2025). Artificial intelligence-based psychotherapy: A qualitative exploration of usability, personalization, and the perception of therapeutic progress. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 47(4), Article PMC12274205. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12274205/>
- Harrison, P. L., & Oakland, T. (2015). *Adaptive Behavior Assessment System (2nd ed.)*. Western Psychological Services.**
- World Health Organization. (2010). *Measuring health and disability: Manual for WHO Disability Assessment Schedule (WHODAS 2.0)*. World Health Organization.**
- Capobianco, M., Puzzo, C., Di Matteo, C., Costa, A., & Adriani, W. (2025). Current virtual reality-based rehabilitation interventions in neuro-developmental disorders at developmental ages. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 18, 1441615. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11775633/>
- Gkintoni, E., Panagioti, M., Vassilopoulos, S. P., Nikolaou, G., Boutsinas, B., & Vantarakis, A. (2025). Leveraging AI-driven neuroimaging biomarkers for early detection and social function prediction in autism spectrum disorders: A systematic review. *Healthcare*, 13(15), 1776. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12346713/>
- Brassel, S., Power, E., Campbell, A., Brunner, M., & Togher, L. (2021). Recommendations for the design and implementation of virtual reality for acquired brain injury rehabilitation: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 23(7), e26344. <https://www.jmir.org/2021/7/e26344/>

- Abedi, A., Colella, T. J. F., Pakosh, M., & Khan, S. S. (2024). Artificial intelligence-driven virtual rehabilitation for people living in the community: A scoping review. *npj Digital Medicine*, 7, 25. <https://www.nature.com/articles/s41746-024-00998-w>
- Bohil, C., Alicea, B., & Biocca, F. (2021). Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Frontiers in Psychology*, 12(4), 667-680.
- Ciftci, E., Karakas, F., & Ceylan, M. (2021). Augmented reality-based training for improving self-care in acquired brain injury. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 16(7), 752-761.
- De Luca, R., Leonardi, S., & Rizzo, A. S. (2022). Adaptive virtual tasks for cognitive flexibility in neurorehabilitation. *NeuroRehabilitation*, 50(1), 21-31.
- Ferrer-García, M., & Gutiérrez-Maldonado, J. (2023). Emotion regulation through immersive virtual environments: Clinical evidence. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 26(3), 189-198.
- Fernández-Carvajal, M., López-Gil, A., & Cañadas, M. (2022). Conversational agents and speech improvement in autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 124, 104203.
- Ip, H. H., Wong, S. W., Chan, D., & Lam, C. (2023). Artificial-intelligence-driven social interaction training for adolescents with ASD. *Computers in Human Behavior*, 143, 107665.
- Marín-Muñoz, A., Pérez-Rojas, M., & Hernández, R. (2024). Emotional AI and immersive therapy in communicative disorders. *Frontiers in Virtual Reality*, 5, 152-170.
- Parsons, S., & Cobb, S. (2020). Virtual reality for social cognition training in autism: A review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(7), 2356-2370.
- Riva, G., Wiederhold, B. K., & Mantovani, F. (2021). Virtual reality in the assessment and treatment of anxiety and mood disorders. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 19, 9-18.
- Stokes, J., Verhoeven, J., & Gentile, D. (2021). Cognitive flexibility enhancement through virtual simulation games. *Computers & Education*, 166, 104150.
- Torres, L., Gómez-Pérez, R., & Hernández, C. (2022). Digital training for adaptive behavior in intellectual disability. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 88, 45-54.
- Harrison, P. L., & Oakland, T. (2015). *Adaptive Behavior Assessment System (2nd ed.)*. Western Psychological Services.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed.)*. McGraw-Hill.
- Organization World Health. (2010). *Measuring health and disability: Manual for WHO Disability Assessment Schedule (WHODAS 2.0)*. World Health Organization.

La apicultura como motor de desarrollo rural: un modelo de Economía Social Solidaria en Pánuco, Veracruz

Torres Maza Manuel Cornelio, Alvarado Delfín Lilia Alejandra

*TecNM Campus Panuco / Instituto Tecnológico Superior de Panuco
manuel.torres@itspanuco.edu.mx*

RESUMEN

Palabras clave:

Apicultura; economía social solidaria; cooperativismo; desarrollo sostenible; innovación social

La apicultura constituye una actividad estratégica para el desarrollo rural sostenible; no obstante, en diversas regiones de México enfrenta problemáticas relacionadas con la baja organización productiva, limitados canales de comercialización y condiciones ambientales adversas que afectan la productividad. El presente estudio tiene como objetivo diseñar e implementar un modelo de industrialización y comercialización de miel de abeja basado en los principios de la Economía Social Solidaria (ESS) en el municipio de Pánuco, Veracruz. El proyecto se desarrolló en colaboración con una asociación integrada por 29 apicultores de 11 comunidades, quienes adoptaron un esquema cooperativo orientado al fortalecimiento económico, social y ambiental del sector apícola local.

La metodología empleada integró herramientas del Canvas Social y el enfoque de Design Thinking, permitiendo el análisis del modelo de negocio, la participación comunitaria y la innovación tecnológica. Entre los principales resultados se destacan la constitución formal de la Cooperativa de Apicultura de Pánuco, la creación y registro de la marca “La Bellita”, la realización de un estudio de mercado para la miel y sus subproductos, así como el diseño y construcción de una colmena tipo Langstroth con sistema de aislamiento térmico a base de fibra de coco, orientada a mitigar el estrés térmico de las abejas criollas.

Asimismo, el proyecto logró la acreditación como Nodo de Desarrollo Social Solidario (NODESS), fortaleciendo la vinculación institucional y el impacto regional. Se concluye que la implementación de un modelo apícola sustentado en la ESS contribuye significativamente al desarrollo socioeconómico local, a la sostenibilidad ambiental y a la mejora de las condiciones de vida de las comunidades rurales.

ABSTRACT**Keywords:**

Beekeeping; social and solidarity economy; cooperativism; sustainable development; social innovation.

Beekeeping is a strategic activity for sustainable rural development; however, in several regions of Mexico it faces challenges related to low productive organization, limited commercialization channels, and adverse environmental conditions that negatively affect productivity. This study aims to design and implement a model for the industrialization and commercialization of honey based on the principles of Social and Solidarity Economy (SSE) in the municipality of Pánuco, Veracruz. The project was carried out in collaboration with an association composed of 29 beekeepers from 11 communities, who adopted a cooperative scheme focused on strengthening the economic, social, and environmental dimensions of local beekeeping.

The methodology integrated the Social Canvas tool and the Design Thinking approach, enabling the analysis of the business model, community participation, and technological innovation. Key results include the formal establishment of the Pánuco Beekeeping Cooperative, the creation and registration of the brand "La Bellita," the completion of a market study for honey and its by-products, and the design and construction of a Langstroth-type hive with a coconut-fiber thermal insulation system aimed at reducing heat stress in native bees.

Additionally, the project achieved accreditation as a Social and Solidarity Development Node (NODESS), strengthening institutional linkages and regional impact. The findings indicate that implementing a beekeeping model grounded in SSE principles significantly contributes to local socioeconomic development, environmental sustainability, and the improvement of living conditions in rural communities.

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad productiva estratégica para el desarrollo rural sostenible debido a su contribución económica, social y ambiental. Además de generar ingresos directos para las familias productoras, desempeña un papel fundamental en la conservación de los ecosistemas a través de la polinización, proceso esencial para la biodiversidad y la seguridad alimentaria (FAO, 2019; IPBES, 2016). A nivel global, se reconoce que más del 75 % de los cultivos destinados a la alimentación humana dependen, en mayor o menor medida, de los polinizadores, lo que posiciona a la apicultura como una actividad clave frente a los retos del cambio climático y la sostenibilidad ambiental (IPBES, 2016).

En México, la producción de miel representa una fuente relevante de empleo e ingresos para comunidades rurales; sin embargo, el sector apícola enfrenta múltiples desafíos estructurales. Entre estos se encuentran la baja tecnificación, la dispersión de los productores, la escasa organización colectiva, la limitada capacidad de industrialización y la dependencia de intermediarios para la comercialización, lo que reduce la rentabilidad y la competitividad del producto en los mercados nacionales e internacionales (SAGARPA, 2018; FAO, 2019). Estas problemáticas se acentúan en regiones con altos índices de marginación, donde los pequeños productores carecen de acceso a financiamiento, capacitación y canales de comercialización formales.

Adicionalmente, el impacto del cambio climático ha generado condiciones adversas para la apicultura, particularmente en zonas con temperaturas extremas. En el municipio de Pánuco, Veracruz, las temperaturas superiores a los 42 °C durante varios meses del año provocan estrés térmico en las abejas criollas, afectando la salud de las colonias, la productividad y la calidad de la miel. Esta situación pone en riesgo la sostenibilidad de la actividad apícola y exige la implementación de soluciones tecnológicas adaptadas al contexto local (IPBES, 2016).

Frente a este panorama, la Economía Social Solidaria (ESS) se presenta como un enfoque alternativo para el desarrollo productivo local. La ESS promueve modelos económicos centrados en la cooperación, la participación democrática, la equidad social y la sostenibilidad ambiental, priorizando el bienestar colectivo sobre la maximización del lucro (Coraggio, 2011; Laville, 2015). En el ámbito agroproductivo, la organización cooperativa ha demostrado ser una estrategia eficaz para fortalecer las capacidades productivas, mejorar la comercialización y generar impactos sociales positivos en las comunidades rurales (Alianza Cooperativa Internacional [ACI], 1995).

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar el diseño e implementación de un modelo de industrialización y comercialización de miel de abeja basado en los principios de la Economía Social Solidaria en el municipio de

Pánuco, Veracruz. El proyecto integra a 29 apicultores distribuidos en 11 comunidades, quienes, mediante un esquema cooperativo, buscan mejorar sus ingresos, fortalecer su organización productiva y adoptar prácticas sostenibles. La iniciativa incorpora herramientas metodológicas como el Canvas Social y el Design Thinking, así como innovaciones tecnológicas orientadas a mitigar el impacto del calor extremo en las colmenas. Asimismo, se fortalece la vinculación institucional a través de la acreditación como Nodo de Desarrollo Social Solidario (NODESS), consolidando un modelo integral de desarrollo económico, social y ambiental para la región.

Economía Social Solidaria

La Economía Social Solidaria (ESS) surge como un enfoque alternativo al modelo económico convencional, orientado a priorizar el bienestar colectivo, la equidad social y la sostenibilidad ambiental por encima de la maximización del lucro. Este enfoque integra prácticas económicas basadas en la cooperación, la solidaridad, la autogestión y la participación democrática, promoviendo un desarrollo incluyente y territorialmente arraigado (Coraggio, 2011; Laville, 2015).

Desde la perspectiva de la ESS, las actividades productivas no solo tienen una finalidad económica, sino también social y ambiental. En el ámbito rural, la ESS se ha consolidado como una herramienta clave para fortalecer las economías locales, reducir la desigualdad y fomentar la resiliencia comunitaria frente a contextos de vulnerabilidad económica y ambiental (Gaiger, 2013). En México, este enfoque ha sido impulsado institucionalmente a través de políticas públicas orientadas a la creación de Nodos de Desarrollo Social Solidario (NODESS), los cuales buscan articular a productores, instituciones educativas y organismos gubernamentales para fortalecer iniciativas productivas con impacto social (INAES, 2020).

Cooperativismo como modelo organizativo

El cooperativismo constituye uno de los pilares fundamentales de la Economía Social Solidaria. Las cooperativas son organizaciones autónomas de personas que

se unen voluntariamente para satisfacer necesidades económicas, sociales y culturales comunes mediante una empresa de propiedad conjunta y gestión democrática (Alianza Cooperativa Internacional [ACI], 1995). Este modelo organizativo ha demostrado ser particularmente efectivo en sectores agroproductivos, donde los pequeños productores enfrentan limitaciones individuales para competir en mercados cada vez más globalizados.

Los siete principios cooperativos —adhesión voluntaria y abierta; control democrático de los miembros; participación económica; autonomía e independencia; educación, capacitación e información; cooperación entre cooperativas; y preocupación por la comunidad— constituyen el marco normativo y ético que guía el funcionamiento de estas organizaciones (ACI, 1995). La aplicación de estos principios fortalece la cohesión social, promueve la transparencia en la toma de decisiones y favorece la distribución equitativa de los beneficios generados.

Diversos estudios señalan que la organización cooperativa en el sector apícola permite mejorar el acceso a insumos, capacitación, financiamiento y canales de comercialización, incrementando la competitividad y sostenibilidad de la actividad (FAO, 2019). Asimismo, el liderazgo comunitario y el interés común se identifican como condiciones esenciales para el éxito de las cooperativas rurales (Birchall, 2004).

Apicultura, desarrollo rural y sostenibilidad

La apicultura es reconocida como una actividad estratégica para el desarrollo rural sostenible debido a su bajo impacto ambiental y su contribución a la polinización de cultivos y ecosistemas naturales. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura destaca que la apicultura no solo genera ingresos, sino que también fortalece la seguridad alimentaria y la conservación de la biodiversidad (FAO, 2019).

No obstante, la apicultura enfrenta amenazas significativas derivadas del cambio climático, como el incremento de temperaturas extremas, la pérdida de flora melífera

y la alteración de los ciclos biológicos de las abejas. En regiones tropicales y subtropicales, el estrés térmico se ha convertido en un factor determinante que afecta la salud de las colonias y la productividad de la miel (IPBES, 2016). Ante este escenario, la adopción de innovaciones tecnológicas adaptadas al contexto local resulta fundamental para garantizar la sostenibilidad de la actividad.

Innovación social y tecnológica en la apicultura

La innovación social se define como el desarrollo de nuevas estrategias, prácticas u organizaciones que responden a necesidades sociales de manera más efectiva y sostenible que las soluciones tradicionales (Murray et al., 2010). En el ámbito apícola, la innovación social se manifiesta a través de modelos organizativos cooperativos, procesos participativos de toma de decisiones y la integración de conocimientos locales con saberes técnicos.

Por su parte, la innovación tecnológica en la apicultura ha permitido mejorar la eficiencia productiva y enfrentar desafíos ambientales. El uso de colmenas tipo Langstroth, por ejemplo, ha demostrado ventajas en términos de manejo, productividad y adaptación a diferentes condiciones climáticas (Crane, 1999). La incorporación de materiales aislantes naturales, como la fibra de coco, representa una alternativa sostenible para mitigar el estrés térmico, alineándose con los principios de la economía circular y la sostenibilidad ambiental.

Herramientas metodológicas para el desarrollo de modelos sociales

El Canvas Social y el Design Thinking son herramientas metodológicas ampliamente utilizadas para el diseño de modelos de negocio con impacto social. El Canvas Social permite visualizar de manera integral la propuesta de valor, el impacto social, los actores clave y la sostenibilidad económica de una iniciativa (Osterwalder & Pigneur, 2010). Por su parte, el Design Thinking fomenta la creatividad, la empatía y la experimentación mediante procesos iterativos orientados a la resolución de problemas complejos (Brown, 2009).

La combinación de estas metodologías facilita la creación de modelos productivos innovadores, centrados en las personas y adaptados a las necesidades específicas de las comunidades, como es el caso del modelo apícola basado en la Economía Social Solidaria desarrollado en Pánuco, Veracruz.

DESARROLLO

Contexto del estudio

El presente estudio se desarrolló en el municipio de Pánuco, Veracruz, una región con condiciones agroclimáticas favorables para la apicultura, pero que enfrenta retos significativos derivados del cambio climático y de la limitada organización productiva. En particular, las temperaturas extremas superiores a los 42 °C durante los meses de mayor calor han generado un impacto negativo en la salud de las abejas criollas y en la productividad de los apiarios, comprometiendo la sostenibilidad de la actividad apícola local (IPBES, 2016).

El proyecto se implementó con la participación de 29 apicultores distribuidos en 11 comunidades del norte de Veracruz, quienes, mediante un proceso de organización colectiva, conformaron la Cooperativa de Apicultura de Pánuco. La iniciativa contó con el acompañamiento del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, a través del Centro de Innovación e Investigación Educativa (CIIE), así como con la vinculación institucional del Pre-Nodo Pánuco ITSP, orientado a su posterior acreditación como Nodo de Desarrollo Social Solidario (NODESS) (INAES, 2020).

Enfoque metodológico

La investigación adoptó un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos, con un diseño de tipo descriptivo y aplicado. Este enfoque permitió analizar tanto las condiciones productivas y organizativas de la apicultura local como los procesos sociales y participativos involucrados en la construcción del modelo de industrialización y comercialización de la miel (Hernández-Sampieri et al., 2018).

La metodología combinó herramientas de la Economía Social Solidaria con enfoques de innovación social, específicamente el Canvas Social y el Design Thinking, lo que facilitó el diseño de un modelo de negocio centrado en la comunidad, la sostenibilidad y la participación democrática (Brown, 2009; Osterwalder & Pigneur, 2010).

Aplicación del Canvas Social

El Canvas Social se utilizó como instrumento para estructurar el modelo de relación entre la cooperativa y sus beneficiarios, permitiendo identificar de manera integral la propuesta de valor, el impacto social, los segmentos de clientes, los canales de comunicación, los recursos clave y la estructura de costos. La propuesta de valor se centró en la producción de miel y subproductos apícolas de alta calidad, elaborados bajo principios de sostenibilidad ambiental y comercio justo, con una identidad de marca propia.

Asimismo, se definió el impacto social del proyecto, orientado a la mejora de las condiciones de vida de los apicultores, el fortalecimiento del tejido social comunitario y la promoción de prácticas productivas responsables con el medio ambiente. El Canvas Social permitió, además, establecer alianzas estratégicas con instituciones educativas, organismos gubernamentales y actores locales, consolidando un modelo de gestión colaborativa.

Implementación del Design Thinking

El enfoque de Design Thinking se aplicó para fomentar la innovación tecnológica y organizativa del proyecto. En la fase de empatía, se realizaron visitas de campo, entrevistas y reuniones con los apicultores para comprender sus necesidades, problemáticas y expectativas. Posteriormente, en la fase de definición, se identificaron como principales desafíos el estrés térmico de las abejas, la baja productividad y la falta de estandarización en los procesos productivos.

Durante la etapa de ideación, se generaron diversas propuestas de solución, destacando el diseño de una colmena tipo Langstroth adaptada a las condiciones climáticas locales. En la fase de prototipado, se diseñó y construyó una colmena con un sistema de aislamiento térmico a base de fibra de coco, material natural que actúa como disipador de calor. Finalmente, el prototipo fue probado y validado en campo, incorporando la retroalimentación de los apicultores y del equipo técnico (Brown, 2009).

Desarrollo organizativo y formalización de la cooperativa

De manera paralela al desarrollo tecnológico, se avanzó en la formalización organizativa de la cooperativa. Se llevaron a cabo reuniones iniciales, la asamblea constitutiva y la elaboración de estatutos internos, en apego a los principios del cooperativismo establecidos por la Alianza Cooperativa Internacional (ACI, 1995). Asimismo, se gestionó la denominación social oficial y se inició el proceso de certificación ante el Instituto de Desarrollo Económico y Cooperativismo Local (INDECOL).

Como parte del fortalecimiento institucional, se diseñó y registró la marca “La Bellita”, destinada a la comercialización de miel y subproductos cosméticos, como cremas a base de propóleo. Estas acciones se complementaron con la realización de un estudio de mercado que permitió identificar oportunidades comerciales y definir estrategias de posicionamiento en mercados locales y regionales (FAO, 2019).

Vinculación institucional e impacto territorial

El proyecto logró la acreditación como Nodo de Desarrollo Social Solidario (NODESS) Pánuco-ITSP, lo que fortaleció la articulación entre la cooperativa, el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco y las instituciones gubernamentales. Esta vinculación permitió consolidar un modelo de desarrollo territorial basado en la Economía Social Solidaria, con impactos que trascienden el ámbito productivo, beneficiando a comunidades rurales en situación de vulnerabilidad (INAES, 2020).

En conjunto, el desarrollo del proyecto evidencia que la integración de metodologías participativas, innovación tecnológica y principios de la ESS constituye una estrategia efectiva para fortalecer la apicultura local, mejorar la competitividad del producto y promover un desarrollo socioeconómico y ambientalmente sostenible.

RESULTADOS

Resultados organizativos y productivos

Uno de los principales resultados del proyecto fue la **constitución formal de la Cooperativa de Apicultura de Pánuco**, integrada inicialmente por cinco socios fundadores y respaldada por una red de 29 apicultores provenientes de 11 comunidades del norte de Veracruz. La formalización incluyó la obtención de la denominación social, la realización de la asamblea constitutiva, la elaboración de estatutos internos y el inicio de los procesos de certificación y protocolización legal. Este avance representa un hito significativo en el fortalecimiento organizativo del sector apícola local, al permitir la transición de esquemas productivos individuales hacia un modelo colectivo y democrático, alineado con los principios del cooperativismo (ACI, 1995).

En términos productivos, el diseño y construcción de una **colmena tipo Langstroth adaptada con un sistema de aislamiento térmico a base de fibra de coco** constituyó un resultado relevante del componente de innovación tecnológica. Las pruebas preliminares indicaron una mejora en las condiciones térmicas internas de las colmenas, contribuyendo a la reducción del estrés térmico de las abejas criollas y sentando las bases para un incremento potencial en la productividad y estabilidad de las colonias. Estos resultados coinciden con estudios previos que señalan la importancia de la adaptación tecnológica frente a condiciones climáticas extremas en la apicultura (Crane, 1999; IPBES, 2016).

Resultados comerciales y de posicionamiento

Otro logro relevante fue la **creación y registro de la marca “La Bellita”**, acompañada de un estudio de mercado para la miel y subproductos cosméticos derivados de la apicultura, como las cremas a base de propóleo. El desarrollo de una identidad visual y comercial permitió establecer una propuesta de valor diferenciada, orientada a mercados locales y regionales, fortaleciendo la competitividad del producto y reduciendo la dependencia de intermediarios.

La marca y el plan de comercialización se diseñaron bajo criterios de sostenibilidad, calidad y comercio justo, elementos que han sido identificados como factores clave para el posicionamiento de productos apícolas en mercados especializados (FAO, 2019). Estos avances evidencian la importancia de integrar estrategias de valor agregado en proyectos productivos rurales.

Impacto social y territorial

Desde una perspectiva social, el proyecto generó impactos positivos en el **fortalecimiento del tejido comunitario**, promoviendo la participación activa de los apicultores en la toma de decisiones y fomentando una cultura de cooperación y corresponsabilidad. La adopción del modelo de Economía Social Solidaria permitió revalorizar el trabajo colectivo, fortalecer el liderazgo local y mejorar las capacidades organizativas de los participantes, aspectos fundamentales para la sostenibilidad de iniciativas rurales (Coraggio, 2011; Gaiger, 2013).

Asimismo, la **acreditación como Nodo de Desarrollo Social Solidario (NODESS) Pánuco-ITSP** consolidó la vinculación entre la cooperativa, el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco y las instituciones gubernamentales, ampliando el impacto territorial del proyecto. Este logro posiciona a la iniciativa como un referente regional de articulación entre academia, productores y sector público, en congruencia con los lineamientos del INAES (2020).

Impacto ambiental

En el ámbito ambiental, el proyecto promovió prácticas productivas más sostenibles, tanto a través del diseño de colmenas con materiales naturales como mediante la sensibilización sobre la importancia de la biodiversidad y la conservación de la flora melífera local. La innovación tecnológica basada en el uso de fibra de coco como disipador de calor se alinea con principios de economía circular y reducción del impacto ambiental, contribuyendo a la resiliencia de la actividad apícola frente al cambio climático (IPBES, 2016).

Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la implementación de un modelo de industrialización y comercialización de miel basado en la Economía Social Solidaria constituye una estrategia viable para enfrentar las problemáticas estructurales de la apicultura rural. La organización cooperativa permitió superar limitaciones individuales relacionadas con la comercialización, el acceso a mercados y la formalización legal, tal como lo señalan estudios sobre cooperativismo agropecuario (Birchall, 2004; FAO, 2019).

Asimismo, la integración de metodologías participativas como el Canvas Social y el Design Thinking facilitó la generación de soluciones adaptadas al contexto local, combinando conocimientos técnicos con saberes comunitarios. La innovación tecnológica desarrollada no solo responde a un problema ambiental específico, sino que también fortalece la apropiación social del conocimiento y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo (Brown, 2009).

En conjunto, los resultados evidencian que los modelos productivos sustentados en la ESS no solo generan beneficios económicos, sino que también producen impactos sociales y ambientales significativos, posicionándose como una alternativa sólida para el desarrollo rural sostenible en contextos similares al de Pánuco, Veracruz.

CONCLUSIÓN

El desarrollo e implementación del modelo de industrialización y comercialización de miel de abeja basado en los principios de la Economía Social Solidaria en el municipio de Pánuco, Veracruz, evidenció que la organización cooperativa constituye una estrategia efectiva para fortalecer la actividad apícola en contextos rurales. La constitución formal de la Cooperativa de Apicultura de Pánuco permitió transitar de esquemas productivos individuales hacia un modelo colectivo, democrático y solidario, generando mejores condiciones para la toma de decisiones, la gestión productiva y la comercialización.

La integración de herramientas metodológicas como el Canvas Social y el Design Thinking facilitó el diseño de un modelo de negocio centrado en las necesidades reales de los apicultores, promoviendo la participación comunitaria, la innovación social y la adaptación tecnológica al contexto local. En particular, el diseño y construcción de colmenas tipo Langstroth con aislamiento térmico a base de fibra de coco representó una solución pertinente frente a las condiciones climáticas extremas de la región, contribuyendo a mejorar las condiciones de las abejas criollas y sentando las bases para una mayor sostenibilidad productiva.

Asimismo, la creación y registro de la marca “La Bellita”, junto con la realización de un estudio de mercado, fortaleció el posicionamiento comercial de la miel y sus subproductos, reduciendo la dependencia de intermediarios y generando oportunidades de valor agregado. Estos avances, sumados a la acreditación como Nodo de Desarrollo Social Solidario (NODESS), consolidaron la vinculación institucional y ampliaron el impacto territorial del proyecto.

En general, el modelo apícola basado en la Economía Social Solidaria no solo demostró su viabilidad económica, sino también su capacidad para generar impactos sociales y ambientales positivos. La experiencia desarrollada en Pánuco, Veracruz, puede considerarse una referencia replicable para otras comunidades rurales que buscan fortalecer sus actividades productivas mediante enfoques cooperativos, sostenibles e inclusivos.

Referencias

- Alianza Cooperativa Internacional. (1995). *Declaración sobre la identidad cooperativa*. ACI.
- Birchall, J. (2004). *Cooperatives and the millennium development goals*. International Labour Organization.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*. Harper Business.
- Coraggio, J. L. (2011). *Economía social y solidaria: El trabajo antes que el capital*. Abya-Yala.
- Crane, E. (1999). *The world history of beekeeping and honey hunting*. Routledge.
- FAO. (2019). *Beekeeping and sustainable livelihoods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gaiger, L. I. (2013). La economía solidaria en América Latina: Actores, procesos y estrategias. *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa (CIRIEC-España)*, **75**, 23–46.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. del P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- INAES. (2020). *Lineamientos para la constitución y operación de los Nodos de Desarrollo Social Solidario (NODESS)*. Instituto Nacional de la Economía Social.
- IPBES. (2016). *The assessment report on pollinators, pollination and food production*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **274**(1608), 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Laville, J.-L. (2015). Social and solidarity economy in historical perspective. *International Review of Social Research*, **5**(1), 1–12. <https://doi.org/10.1515/irsr-2015-0001>
- Murray, R., Caulier-Grice, J., & Mulgan, G. (2010). *The open book of social innovation*. The Young Foundation.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation*. John Wiley & Sons.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: Trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, **25**(6), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- SAGARPA. (2018). *Planeación agrícola nacional 2017–2030: Apicultura*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Van der Ploeg, J. D., Renting, H., Brunori, G., Knickel, K., Mannion, J., Marsden, T., de Roest, K., Sevilla-Guzmán, E., & Ventura, F. (2000). Rural development: From practices and policies towards theory. *Sociología Ruralis*, **40**(4), 391–408. <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00156>

Es una publicación periodica multidisciplinaria avalada por el Centro de Innovación e Incubación Empresarial del Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco. Brinda un espacio como foro para la difusión de trabajos realizados en el área de Emprendedurismo, Desarrollo Tecnológico y Empresarial e Innovación Social.

**Número de reserva de derechos al uso exclusivo 04-2022-110414061500-102
y con ISSN 2954-5129.**

