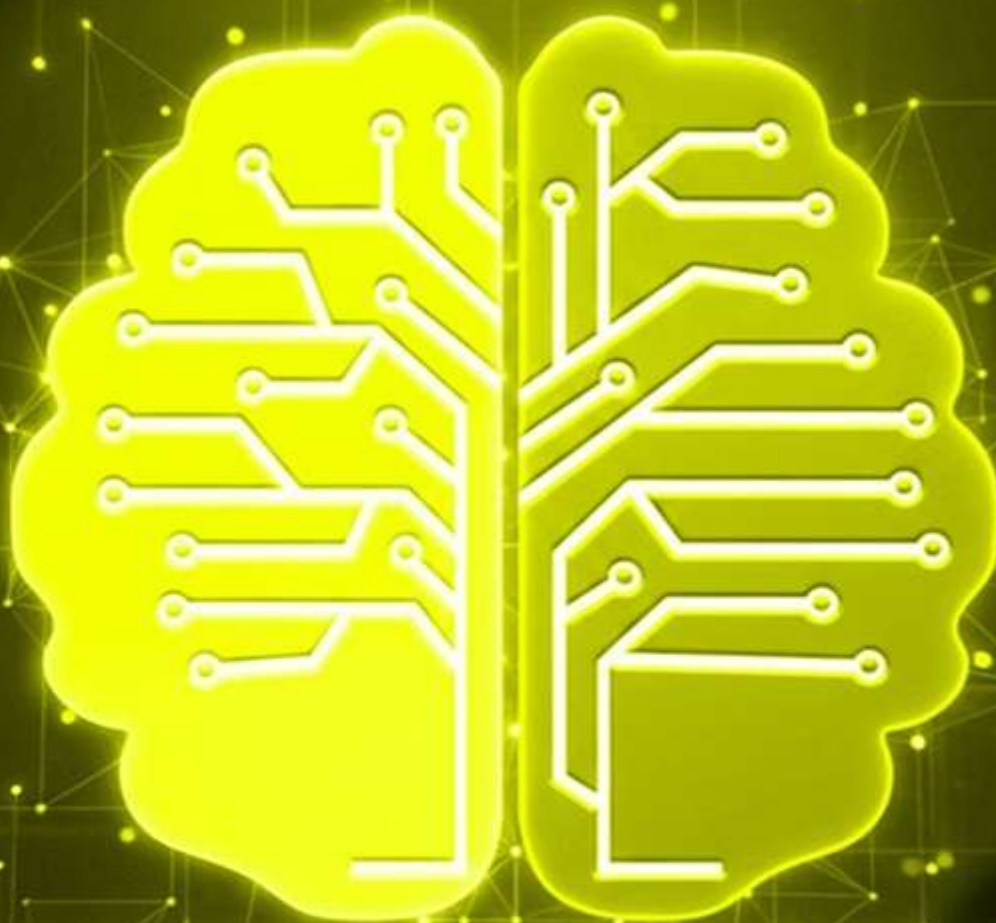


2



ISSN: 3122-3761

Periodicidad semestral



REVISTA

AIDA

INVESTIGACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

AIDA I+E

Vol.2. /No.1 / Junio 2026



Revista de divulgación científica,
académica y de emprendimiento

ISSN: 3122-3761

Volumen 2. Número 1.

Junio 2026

Periodicidad semestral

Disponible en:

<https://aida.org.mx/publicaciones/>

Claudia Velia Olvera Rojas

Editora responsable

Asociación para la Investigación y Desarrollo Académico

Bambú 9520 FOVISSSTE San Roque, Puebla, Puebla, México

<https://aida.org.mx/>

direccion@aida.org.mx



CONTENIDO

APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS INCLUSIVAS PARA FORTALECER LA PARTICIPACIÓN Y EL APRENDIZAJE DE ALUMNOS CON AUTISMO DE PRIMER AÑO DE PRIMARIA EN LA ESCUELA ISAÍAS VÁZQUEZ AÑORVE DE OMETEPEC, GUERRERO	5
DIAGNÓSTICO DEL CANAL DE APRENDIZAJE EN ALUMNOS DE 5TO SEMESTRE DE LA PREPARATORIA SAN JOSÉ DEL VALLE	10
EL TRABAJO COLABORATIVO: ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE PERDURABLE EN ESTUDIANTES DE LA MODALIDAD A DISTANCIA DE LA LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN	29
EMPLEABILIDAD JUVENIL EN CONTEXTOS EDUCATIVOS: UNA APROXIMACIÓN TECNOLÓGICA DESDE EL PROYECTO JOB-IN.....	39
EXPLORANDO LAS COMPETENCIAS HEUTAGÓGICAS EN CONTEXTOS DE APRENDIZAJE VIRTUAL.....	53
FACTORES QUE INCIDEN EN LA DISORTOGRAFÍA EN ALUMNOS DE PRIMER GRADO DE LA SECUNDARIA N.º 310 EN COZOYOAPAN, GUERRERO.....	66
GESTIÓN EN LA EXPERIENCIA DE CONSUMO EN TIENDAS DE DULCES TÍPICOS	74
IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS EN ESTUDIANTES DE INFORMÁTICA DEL CONALEP OMETEPEC, GUERRERO	86
INVERNADERO HIDROPÓNICO AUTOMATIZADO	95
HUANGLONGBING EN CÍTRICOS: ESTADO DEL ARTE EN DETECCIÓN REMOTA SISTIDA POR APRENDIZAJE AUTOMÁTICO	110

IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS EN ESTUDIANTES DE INFORMÁTICA DEL CONALEP OMETEPEC, GUERRERO	127
LA INSTRUCCIÓN HUMANISTA EN LA INGENIERÍA: UN IMPERATIVO PARA LA RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES	135
MAPAS CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA PARA CONCEPTUALIZAR EL LENGUAJE GEOMÉTRICO EN SECUNDARIA MEDIANTE RECURSOS INTERACTIVOS.....	145
MAPEO DEL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR POR MEDIO DE SENTINEL 2 Y MACHINE LEARNING.....	158
DESARROLLO SOCIOEMOCIONAL DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR A TRAVÉS DE CLUBES CULTURALES	177
PERCEPCIÓN QUE TIENEN LOS DOCENTES DE LAS ESCUELAS PRIMARIAS DE SANTA MARÍA ASUNCIÓN MUNICIPIO DE OMETEPEC GUERRERO, SOBRE LA REFORMA EDUCATIVA IMPLEMENTADA EN MÉXICO	189
TINTES NATURALES: UNA ALTERNATIVA AL USO DE TINTES QUIMICOS EN LA COLORACIÓN DEL CABELLO	200
VARIABILIDAD ESPACIAL DE ALGUNAS PROPIEDADES DE UN SUELO FLUVISOL Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO DE GRANO DE ARROZ.....	212

COMITÉ REVISOR:

Mtro. Alejandro Sepúlveda Saldaña

Mtra. Alma Patricia García Llamosas

Mtro. Carlos Ernesto Quiroz Amigon

Mtro. Eduardo González Tlacuilo

Mtra. Elisa Gonzaga Licon.

Mtro. Gustavo Rangel Nava

Mtra. Haxby Isui Ramírez Guzmán

Dr. Jaime Garnica González

Ing. José Antonio Martínez Domínguez.

Mtro. José Andrés Chavarría González

Mtro. Jorge Francisco Ceròn Gil

Karla Coré Moreno Cortés.

Mtra. Lilian González Muñoz.

Mtra. Melisa Arisbé Flores Millan

Mtra. Ofelia Díaz Acosta

Dra. Yasmin Soto Leyva.

Dra. Refugio Lázaro Hernández.

M.C. Oscar Marín Bautista.

Dr. Tonatiuh Cruz Chan

APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS INCLUSIVAS PARA FORTALECER LA PARTICIPACIÓN Y EL APRENDIZAJE DE ALUMNOS CON AUTISMO DE PRIMER AÑO DE PRIMARIA EN LA ESCUELA

ISAÍAS VÁZQUEZ AÑORVE DE OMETEPEC, GUERRERO

APPLICATION OF INCLUSIVE STRATEGIES TO STRENGTHEN THE PARTICIPATION AND LEARNING OF FIRST-GRADE STUDENTS WITH AUTISM AT THE ISAÍAS VÁZQUEZ AÑORVE SCHOOL IN OMETEPEC, GUERRERO

Autores:

Fátima Guadalupe Pacheco Velasco , Axel Domínguez Quiterio, Raul Mejia Ramirez

Mayrén Hilario Castillo

RESUMEN

La educación inclusiva constituye uno de los mayores retos del sistema educativo mexicano, especialmente en contextos rurales y semiurbanos donde los recursos y la capacitación docente son limitados. El presente artículo presenta una investigación aplicada en la Escuela Primaria Isaías Vázquez Añorve, ubicada en Ometepec, Guerrero, cuyo objetivo fue implementar estrategias inclusivas para fortalecer la participación y el aprendizaje de alumnos con Trastorno del Espectro Autista (TEA) inscritos en primer grado. Se aplicó un enfoque cualitativo con diseño de estudio de caso, utilizando entrevistas a docentes y padres, observación participante y registro de desempeño académico. Las estrategias se basaron en apoyos visuales, rutinas estructuradas, actividades cooperativas, rincones de autorregulación emocional y dinámicas de integración grupal. Los resultados evidenciaron avances significativos en la interacción social, la autorregulación emocional y el rendimiento académico de los estudiantes con TEA, además de un impacto positivo en la convivencia escolar. La investigación confirma que adaptar la práctica docente a las características de los alumnos con autismo no solo favorece su desarrollo, sino que también enriquece el clima escolar. Asimismo, se ofrecen recomendaciones para fortalecer la formación docente, sensibilizar a la comunidad educativa y replicar estrategias inclusivas en contextos similares.

PALABRAS CLAVE: inclusión educativa, autismo, estrategias psicopedagógicas, participación escolar, aprendizaje

ABSTRACT

Inclusive education is one of the greatest challenges of the Mexican educational system, especially in rural and semi-urban contexts where resources and teacher training are limited. This article presents applied research at Isaías Vázquez Añorve Elementary School in Ometepec, Guerrero, aimed at implementing inclusive strategies to strengthen the participation and learning of students with Autism Spectrum Disorder

(ASD) in first grade. A qualitative approach with a case study design was applied, using interviews with teachers and parents, participant observation, and academic performance records. Strategies were based on visual supports, structured routines, cooperative activities, emotional self-regulation corners, and group integration dynamics. Results showed significant progress in social interaction, emotional self-regulation, and academic performance of students with ASD, along with a positive impact on school coexistence. The research confirms that adapting teaching practices to the characteristics of autistic students not only favors their development but also enriches the school climate. Recommendations are also offered to strengthen teacher training, raise awareness in the educational community, and replicate inclusive strategies in similar contexts.

KEYWORDS: inclusive education, autism, psychopedagogical strategies, school participation, learning

INTRODUCCIÓN

La educación inclusiva es hoy un principio rector de los sistemas educativos en el mundo, al garantizar que todos los estudiantes, sin importar sus características cognitivas, físicas, emocionales o sociales, tengan acceso a una educación de calidad en igualdad de condiciones. En México, las reformas educativas han impulsado este enfoque, sin embargo, su implementación aún enfrenta retos importantes en comunidades donde los recursos son limitados y la formación docente especializada es insuficiente. Uno de los desafíos más complejos de la inclusión escolar es la atención a estudiantes con Trastorno del Espectro Autista (TEA). El autismo se manifiesta de manera heterogénea, afectando la comunicación, la interacción social y el comportamiento, lo que exige estrategias personalizadas. En la Escuela Primaria Isaías Vázquez Añorve, ubicada en Ometepec, Guerrero, se identificó la necesidad de diseñar e implementar estrategias inclusivas que permitieran a los alumnos con TEA del primer año de primaria integrarse activamente en las actividades escolares. El presente artículo se centra en un estudio aplicado que buscó favorecer tanto la participación como el aprendizaje de estos estudiantes, mediante estrategias psicopedagógicas adaptadas al contexto. Su relevancia radica en aportar evidencia práctica para mejorar la inclusión educativa en entornos rurales y semiurbanos, fortaleciendo la formación docente y la sensibilización de la comunidad escolar hacia la diversidad.

MARCO TEÓRICO

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por dificultades persistentes en la comunicación social, la interacción y la presencia de conductas repetitivas e intereses restringidos (DSM-5, 2013). Se clasifica en tres niveles de apoyo: leve (Nivel 1), moderado (Nivel 2) y severo (Nivel 3), lo que evidencia la diversidad de manifestaciones en cada individuo (Riviere, 2016).

En el ámbito educativo, la inclusión se concibe como el proceso de identificar y eliminar barreras que limitan el acceso y la participación de los estudiantes (Ley General de Educación, 2025). Este enfoque implica no solo la integración física, sino la adopción de estrategias pedagógicas que respondan a las características individuales de cada alumno. Diversos estudios señalan que los apoyos visuales, la adaptación curricular, el aprendizaje basado en intereses, las técnicas de autorregulación emocional y el trabajo cooperativo constituyen herramientas fundamentales para la inclusión de alumnos con TEA (Hernández, 2021; Domínguez, 2020; Jiménez & Sánchez, 2018). Asimismo, el rol del docente resulta clave, pues su disposición, formación y creatividad determinan el éxito de la inclusión (Pujolàs, 2012). De este modo, la investigación se sustentó en un marco psicopedagógico que reconoce la diversidad como un valor y que promueve estrategias activas, flexibles y contextualizadas para favorecer la participación y el aprendizaje de los alumnos con TEA.

OBJETIVO GENERAL:

Aplicar estrategias inclusivas mediante actividades psicopedagógicas adaptadas, para fortalecer la participación y el aprendizaje de alumnos con autismo del primer año de primaria en la Escuela Isaías Vázquez Añorve de Ometepepec, Guerrero.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar las principales barreras pedagógicas, sociales y comunicativas que enfrentan los alumnos con TEA en el contexto escolar.
- Diseñar estrategias inclusivas adaptadas a las necesidades de los alumnos con autismo.
- Implementar dichas estrategias a través de actividades planificadas y contextualizadas.
- Evaluar el impacto de la intervención en la participación y el aprendizaje de los alumnos con autismo.

METODOLOGÍA

La investigación adoptó un enfoque cualitativo con diseño de estudio de caso, centrado en la experiencia de inclusión de alumnos con TEA en primer grado de la Escuela Isaías Vázquez Añorve.

Participantes: alumnos diagnosticados con TEA, docentes de primer grado y padres de familia.

Técnicas de recolección de datos:

- Observación directa y registro anecdótico.
- Entrevistas semiestructuradas a docentes, padres y directivos.
- Diario de campo.
- Fichas de evaluación académica.

Etapas del estudio:

1. Diagnóstico inicial de barreras y condiciones del aula.
2. Diseño de estrategias inclusivas adaptadas al contexto.
3. Implementación de actividades como: rutinas visuales, rincones de calma, dinámicas cooperativas y actividades de pares.
4. Evaluación de impacto en la participación social, autorregulación emocional y rendimiento académico.

Este enfoque permitió comprender a profundidad la experiencia educativa de los alumnos y valorar la pertinencia de las estrategias implementadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados evidenciaron mejoras significativas en tres áreas clave:

- Interacción social: mayor disposición para colaborar con compañeros, incremento en la comunicación y participación en dinámicas grupales.
- Autorregulación emocional: uso autónomo del “rincón de la calma” y reducción de conductas de frustración.
- Rendimiento académico: avances en tareas básicas gracias a apoyos visuales y adaptaciones curriculares.

La discusión señala que estos hallazgos coinciden con investigaciones previas (Domínguez, 2020; Jiménez & Sánchez, 2018), que destacan la eficacia de los apoyos visuales, el aprendizaje basado en intereses y el trabajo cooperativo en la inclusión de alumnos con TEA. Sin embargo, se identificaron limitaciones como la falta de capacitación docente especializada y la carencia de recursos materiales permanentes.

En términos generales, la investigación demuestra que la aplicación de estrategias inclusivas en aulas regulares no solo beneficia a los alumnos con TEA, sino que también enriquece la convivencia escolar al fomentar valores de empatía y respeto a la diversidad.

CONCLUSIONES

La investigación comprobó que la aplicación de estrategias inclusivas adaptadas a alumnos con TEA impacta positivamente en su participación y aprendizaje, contribuyendo a su desarrollo académico, social y emocional. La experiencia en la Escuela Isaías Vázquez Añorve evidencia que la inclusión educativa debe concebirse como un proceso dinámico, que requiere del compromiso del docente, la colaboración de las familias y el respaldo institucional.

Se concluye que:

- Las estrategias inclusivas son eficaces para mejorar la interacción, la autorregulación y el rendimiento académico de los alumnos con TEA.
- El rol del docente es fundamental como mediador del aprendizaje y promotor de valores inclusivos.

- La sensibilización de la comunidad escolar resulta clave para lograr una inclusión efectiva.

Finalmente, se recomienda replicar y adaptar estas estrategias en otros contextos escolares, siempre considerando las particularidades de los estudiantes y de cada institución, con el fin de avanzar hacia una educación más equitativa y respetuosa de la diversidad.

BIBLIOGRAFÍA

Arboleda Sánchez, V. A. (2014). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Asociación Americana de Psiquiatría.

Díaz Barriga, F. (2013). Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. McGraw-Hill.

Domínguez, J. (2020). Intervención educativa en alumnos con autismo: estrategias inclusivas. Editorial Académica Española.

DSM-5. (2013). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Asociación Americana de Psiquiatría.

Educación, L. G. (2025). Ley General de Educación. Diario Oficial de la Federación. Gobierno de México.

Gonzales Navarro, F. (2018). Educación inclusiva y autismo: estrategias pedagógicas para la atención de la diversidad. UNAM.

Hernández, P. (2021). Recursos visuales y adaptaciones metodológicas en la atención a la diversidad. Revista de Educación Especial, 23-34.

Jiménez, A., & Sánchez, R. (2018). Adaptaciones curriculares para la inclusión de alumnos con necesidades educativas especiales. Educare, 77-92.

Pujolàs, P. (2012). El aprendizaje cooperativo como estrategia inclusiva. Graó.

Riviere, A. (201) El espectro autista: diagnóstico, intervención y comprensión. Revista de Neurología, 52.

**DIAGNÓSTICO DEL CANAL DE APRENDIZAJE EN ALUMNOS DE 5TO SEMESTRE DE LA
PREPARATORIA SAN JOSÉ DEL VALLE**

*DIAGNOSIS OF LEARNING CHANNELS AMONG 5TH-SEMESTER STUDENTS AT SAN JOSE
DEL VALLE HIGH SCHOOL*

AUTOR:

Christian Pulido Sánchez¹.

RESUMEN

Esta investigación exploratoria surge de la necesidad de lograr conocer el canal de aprendizaje que tienen los alumnos de 5to semestre, ya que lamentablemente el desconocimiento de ¿Cómo aprende el alumno? propicia que el profesor dentro de su plan clase, las actividades no vayan diseñadas a partir de los diferentes canales de aprendizaje que existen.

Además en ocasiones el alumno llega a tener una idea errónea sobre los canales de aprendizaje ya que existe poca difusión de la información, aunado a lo anterior existe en el Sistema educativo la mala práctica de estandarizar el proceso de aprendizaje ¿Como si todos los alumnos aprenderán igual!, lo que genera un conflicto tanto para el educando, como para el profesor que no obtiene en ocasiones el resultado esperado del aprendizaje del grupo, de acuerdo a lo que planea para su clase.

El poder conocer el canal preferente de aprendizaje del alumnado sirve a una institución educativa a generar no solo materiales didácticos, si no también rúbricas e instrumentos de evaluación que sean más justos para el alumnado, ya que en algunas situaciones lo anterior puede provocar molestia o desánimo en ellos trayendo como posibles consecuencias el ausentismo, la reprobación o la deserción escolar, indicadores escolares que siempre se buscan tener a la baja.

PALABRAS CLAVE: Canal de aprendizaje, Educación media superior, Ciencias sociales, Didáctica.

ABSTRACT

This exploratory research stems from the need to identify the learning channels of fifth-semester students. Unfortunately, a lack of understanding regarding how students learn often results in lesson plans and activities that fail to account for the various existing learning channels.

Furthermore, students sometimes hold misconceptions about learning channels due to a lack of information. Compounding this issue is the educational system's flawed practice of standardizing the learning process—acting as if all students learn in the same way. This creates conflict for both the student and the teacher, as the latter may not achieve the expected learning outcomes based on their original lesson plan.

¹ Christian Pulido Sánchez es: (Técnico Académico Asociado B) la (Preparatoria San José del Valle de la Universidad de Guadalajara), (Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México), (crishian.pulido@academicos.udg.mx)

Identifying students' preferred learning channels enables educational institutions to develop not only better instructional materials but also fairer rubrics and assessment tools. Inequitable approaches can cause frustration or discouragement among students, potentially leading to absenteeism, course failure, or dropping out—indicators that institutions always aim to minimize.

KEY WORDS; Learning channel, Upper secondary education, Social sciences, Didactics

INTRODUCCIÓN:

La escuela preparatoria de San José del Valle, se encuentra en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga Jalisco y forma parte del Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara, la problemática que se tiene es que el docente desconoce el tipo de canal de aprendizaje que tienen sus alumnos, por lo que sus actividades están diseñadas de manera uniforme sin considerar lo anterior, esto trae como consecuencia que los alumnos pueda a llegar a considerar tediosas las materias correspondientes del Área de Ciencias Sociales.

Por lo que nace la necesidad de realizar un diagnóstico para determinar el canal de aprendizaje de cada alumno y a partir de los hallazgos poder realizar propuestas de material didáctico dirigido a cada canal de aprendizaje y esto lograra que el alumno se enganche con la asignatura, logrando un aprendizaje significativo en él.

El propósito de esta investigación es generar propuestas didácticas a partir del diagnóstico de los canales de aprendizaje de los alumnos de 5to semestres del turno matutino de la preparatoria San José del Valle del calendario 2026A.

En la preparatoria no existe ningun antecedente de alguna investigación similar, por que será el parteaguas para comenzar ahondar en este tema que termina siendo una necesidad de una mejora continua en la práctica docente.

Los principales beneficios que trae consigo la investigación es en primera instancia los resultados de un test diagnóstico sobre los canales de aprendizaje de los alumnos de 5to semestre y en segunda instancia que los profesores tengan propuestas de material didáctico para los diferentes canales de aprendizaje.

MARCO TEÓRICO:

Como seres humanos estamos inmersos en un proceso de aprendizaje continuo, pero cada uno tiene su estilo de aprender como lo menciona Keefe (1988) recogida por Alonso et al (1994:104): “los estilos de aprendizaje son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje”.

El proceso de aprendizaje dependerá del factor socio-cultural que son claves para la generación de ambientes de aprendizaje propicios, pero el aprender es un proceso evolutivo que tiene el hombre de manera innata y

aquí cabe lo que menciona John Dewey, “el aprendizaje resulta de la experiencia activa; no simplemente de recibir información” (Dewey, 1938). Este procesamiento de la información recibida va generando constructos y los humanos como si nuestra mente fuera una biblioteca vamos archivando y categorizando esta información, Cazau, P. (2004) quien retoma lo mencionado por Woolfolk (Woolfolk, 1996:128), quien habla de las preferencias son una estrategia de poder realizar una clasificación más precisa, y esto trae como consecuencia que cada individuo seleccione la forma preferida de estudiar y aprender.

Esto refuerza la idea de que si bien en un salón de clases el profesor realiza material didáctico donde espera que al final de la sesión se de un aprendizaje significativo, no todos aprenden de la misma manera, y lamentablemente los profesores cuentan con un vicio muy arraigado de enseñar como ellos aprende, por lo que si un profesor su canal de aprendizaje es visual probablemente prepare diapositivas o videos para sus clases, sin embargo el alumno kinestésico quedará excluido, mientras que el auditivo en la proyección del video probablemente se reclina sobre su banca y cierre sus ojos para concentrarse en prestar más atención el audio que en las imágenes del propio video.

Todo lo anterior mencionado es de lo que menciona Ortiz Granja, D (2015) el cual señala que dentro del aprendizaje para el individuo realiza interpretaciones propias dejando a un lado la falsa creencia de que existe solo una realidad, además es fundamental recordar que para el constructo de cada persona se ve afectada por variables socioculturales, el cómo se encuentra emocionalmente en ese instante y físicamente que capacidades posee.

Felder, R. M., y Spurlin, J. (2005) hace referencia a que en el aprendizaje existen 4 dimensiones que son: En primer lugar la detección o intuitiva, la segunda es la visual o verbal, la tercera es la activo-reflexivo y la cuarta que menciona la secuencia o global, aquí es importante mencionar que la segunda dimensión es la que coadyuva al individuo aprender bajo estímulos de aprendizajes visuales o los verbales como puede ser una lectura en voz alta, escuchar un audio o un podcast, que estimularían el aprendizaje auditivo.

OBJETIVO GENERAL:

Determinar el canal de aprendizaje de los alumnos de 5to semestre turno matutino a partir de la aplicación de un Test diagnóstico.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Explorar las percepciones que tiene el alumno respecto a la forma de aprender que tiene.
- Identificar categorias asociadas con el canal del aprendizaje del alumno.

METODOLOGÍA

Es una investigación exploratoria debido a que es un fenómeno poco estudiado en la preparatoria de San José del Valle, se realiza bajo un enfoque cuantitativo debido a que se requiere conocer el porcentaje de alumnos que tienen cada tipo de aprendizaje.

Se decide aplicar como instrumento de investigación el Test del Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien que se compone de 36 preguntas con opciones de escala likert, relacionandose las mismas con cada uno de los 3 canales de aprendizaje:

Canal de aprendizaje Visual (Preguntas: 1,5,9,10,11,16,17,22,26,27,32,36)

Canal de aprendizaje Auditivo (Preguntas: 2,3,12,13,15,19,20,23,24,28,29,33)

Canal de aprendizaje Kinestésico (Preguntas: 4,6,7,8,14,18,21,25,30,31,34,35)

Para el análisis de datos se utilize las siguientes formulas que convierta cada categoría en un porcentaje:

$$\text{Visual} = \frac{\text{Puntaje visual}}{\text{Puntaje total}} = \text{_____} \%$$

$$\text{Auditivo} = \frac{\text{Puntaje auditivo}}{\text{Puntaje total}} = \text{_____} \%$$

$$\text{Kinestésico} = \frac{\text{Puntaje kinestésico}}{\text{Puntaje total}} = \text{_____} \%$$

La población de estudio son los alumnos de 5to semestre matutino del calendario 2026A con un total de 323 alumnos, aplicandose el instrumento mediante un muestreo por conveniencia a los grupos de 5A y 5C, con un total de 89 alumnos.

Ademas apartir de los hallazgos se busca generar categorias que coadyuven a futuras investigaciones respcto a este tema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A continuación, se presentan las gráficas de los resultados del Diagnóstico que se aplicó a 89 alumnos de 5to semestre turno matutino de la Preparatoria San José del valle de la Universidad de Guadalajara, utilizando una escala Likert

(Casi siempre: 5 Frecuentemente: 4 A veces: 3 Rara vez: 2 Casi nunca: 1)

Figura 1

Gráfica de la pregunta 1 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

1. Puedo recordar algo mejor si lo escribo

 Copiar gráfico

89 respuestas

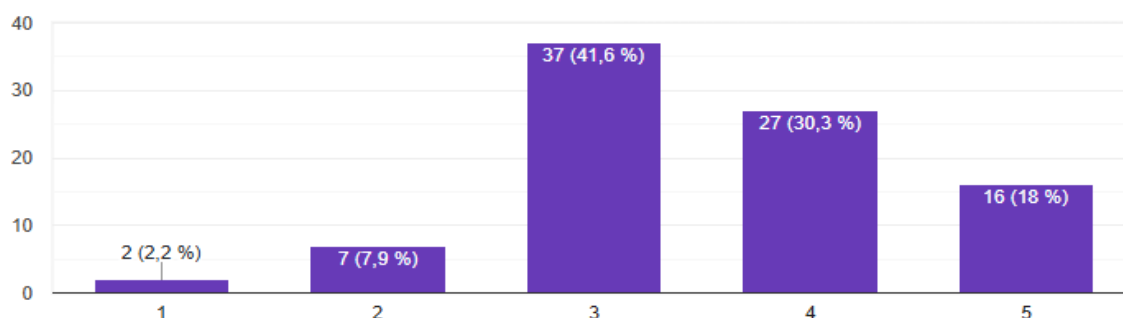


Figura 2

Gráfica de la pregunta 2 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

2. Al leer, oigo las palabras en mi cabeza o leo en voz alta.

 Copiar gráfico

89 respuestas

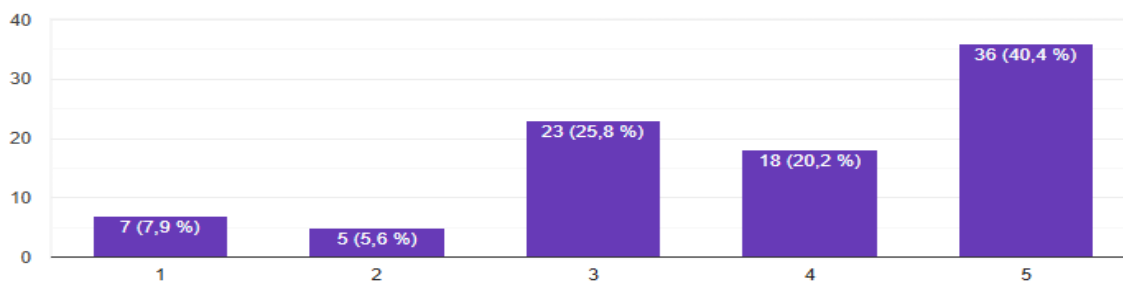


Figura 3

Gráfica de la pregunta 3 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

3. Necesito hablar las cosas para entenderlas mejor.

 Copiar gráfico

89 respuestas

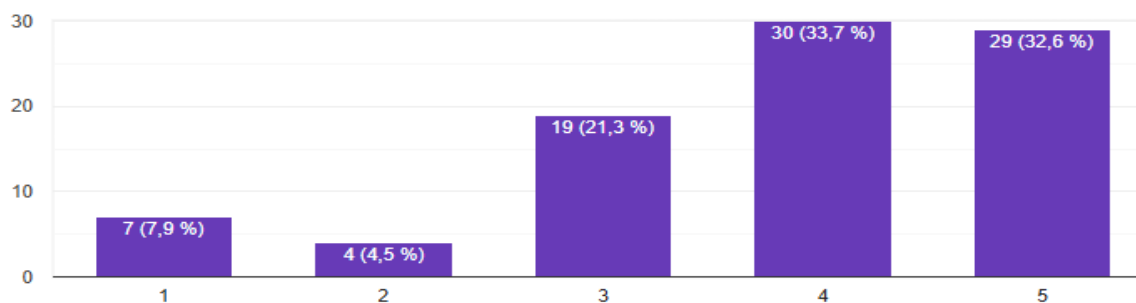


Figura 4

Gráfica de la pregunta 4 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

4. No me gusta leer o escuchar instrucciones, prefiero simplemente comenzar a hacer las cosas.

 Copiar gráfico

89 respuestas

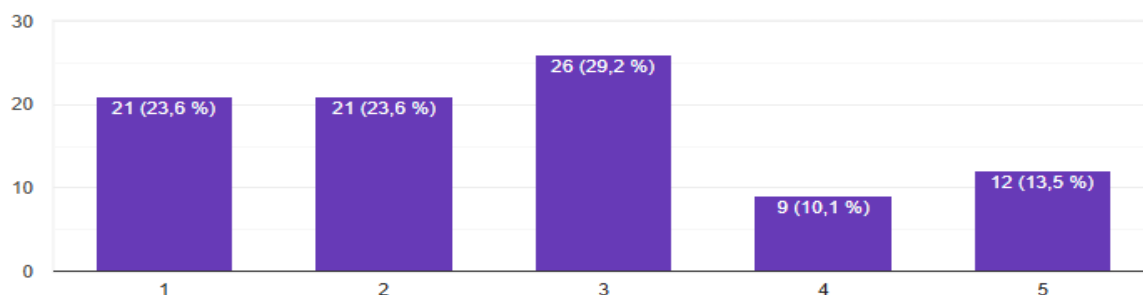


Figura 5

Gráfica de la pregunta 5 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

5. Puedo visualizar imágenes en mi cabeza.

 Copiar gráfico

89 respuestas

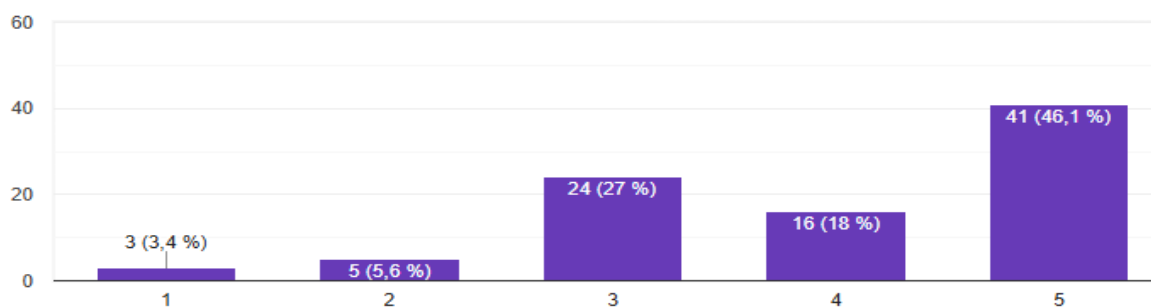


Figura 6

Gráfica de la pregunta 6 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

6. Puedo estudiar mejor si escucho música.

 Copiar gráfico

89 respuestas

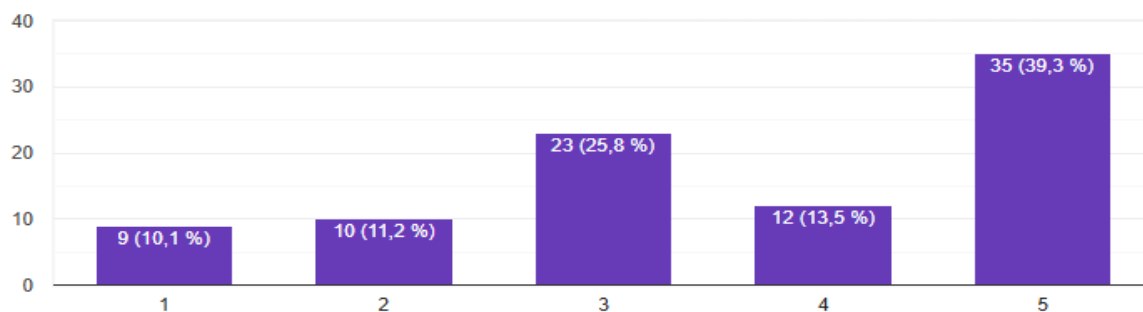


Figura 7

Gráfica de la pregunta 7 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

7. Necesito recreos frecuentes cuando estudio.

 Copiar gráfico

89 respuestas

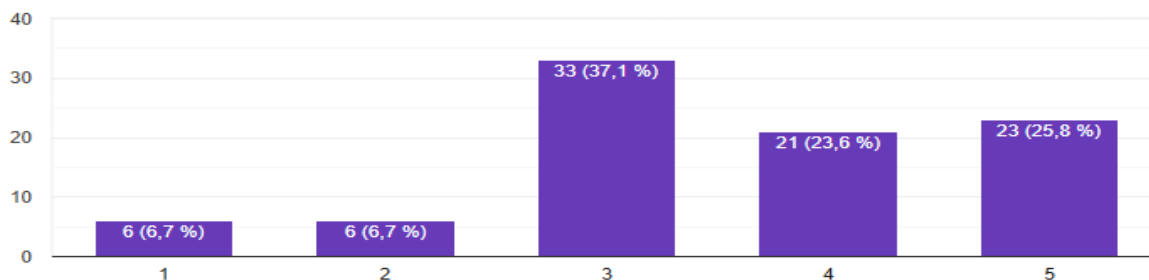


Figura 8

Gráfica de la pregunta 8 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

8. Pienso mejor cuando tengo la libertad de moverme, estar sentado detrás de un escritorio no es para mí.

 Copiar gráfico

89 respuestas

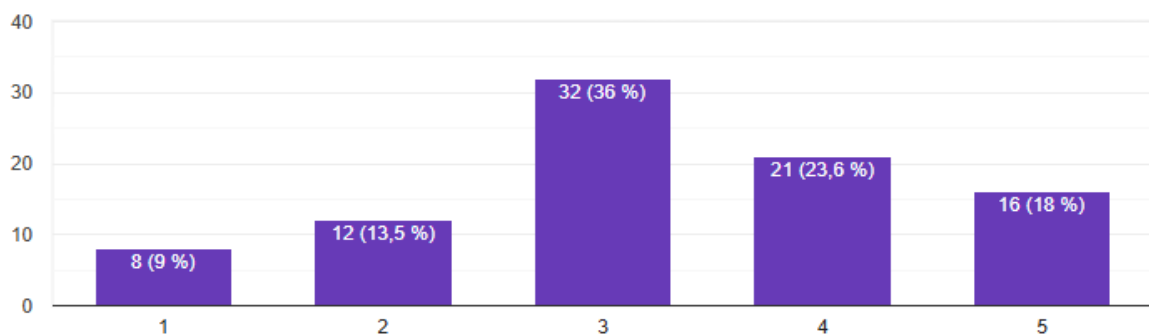


Figura 9

Gráfica de la pregunta 9 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

9. Tomo muchas notas de lo que leo y escucho

 Copiar gráfico

89 respuestas

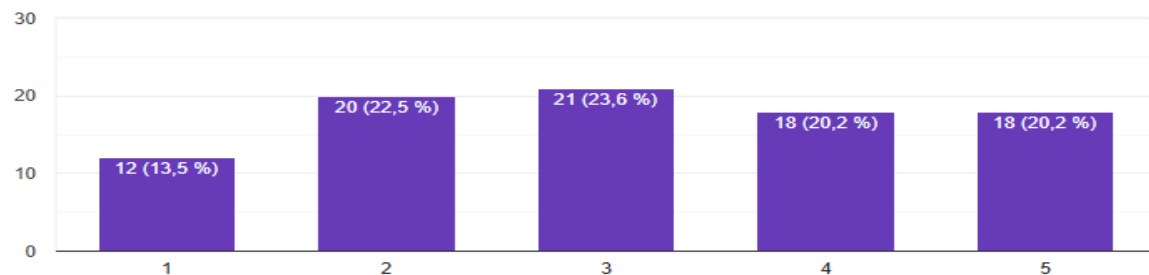


Figura 10

Gráfica de la pregunta 10 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

10. Me ayuda MIRAR a la persona que está hablando. Me mantiene enfocado.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

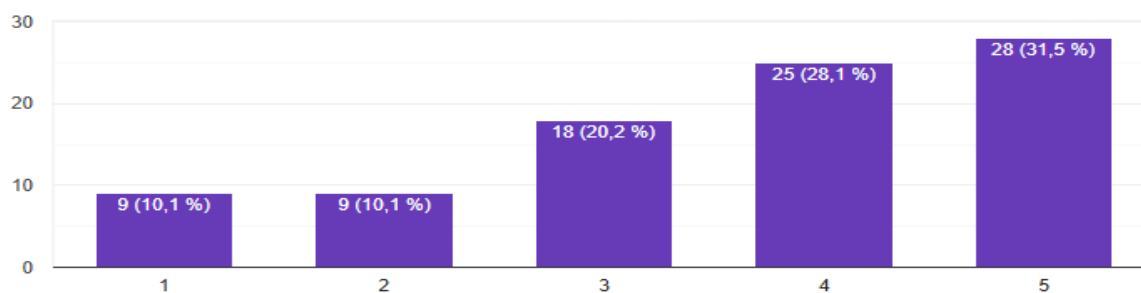


Figura 11

Gráfica de la pregunta 11 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

11. se me hace difícil entender lo que una persona está diciendo si hay ruidos al rededor.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

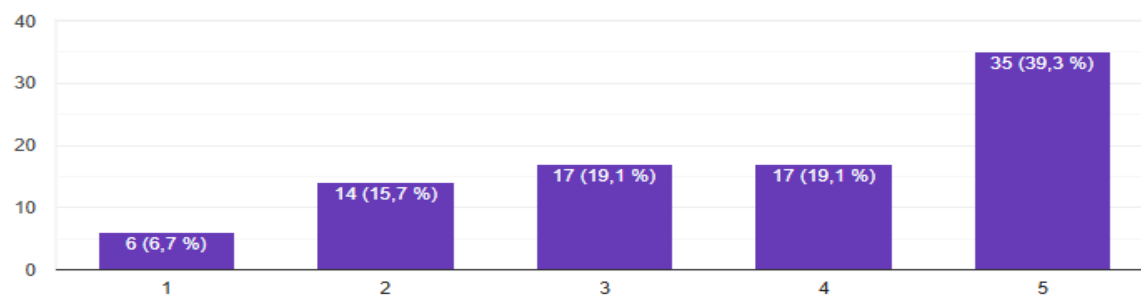


Figura 12

Gráfica de la pregunta 12 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

12. Prefiero que alguien me diga cómo tengo que hacer las cosas que leer las instrucciones.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

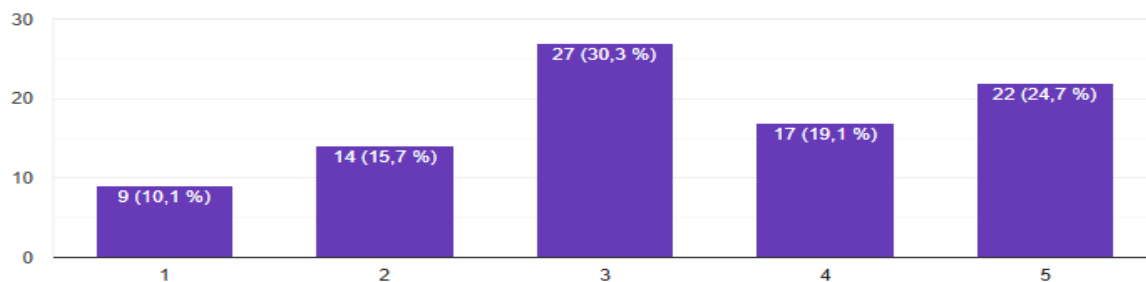


Figura 13

Gráfica de la pregunta 13 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien



Figura 14

Gráfica de la pregunta 14 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

14. . Cuando no puedo pensar en una palabra específica, uso mis manos y llamo al objeto "cosa".

89 respuestas

[Copiar gráfico](#)

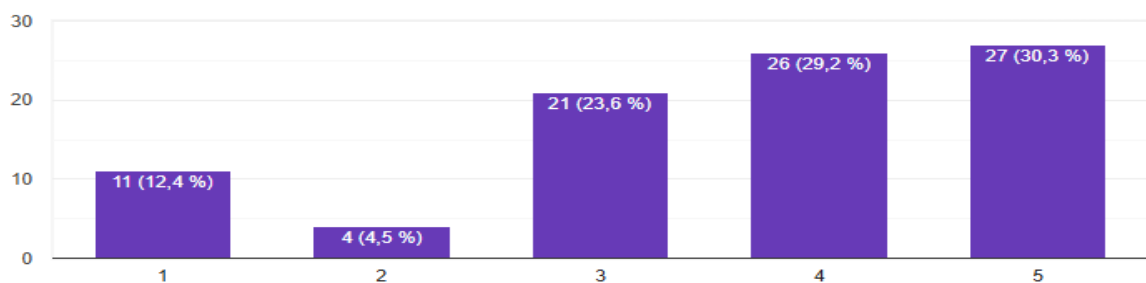


Figura 15

Gráfica de la pregunta 15 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

15. Puedo seguir fácilmente a una persona que está hablando aunque mi cabeza esté hacia abajo o me encuentre mirando por una ventana.

89 respuestas

[Copiar gráfico](#)

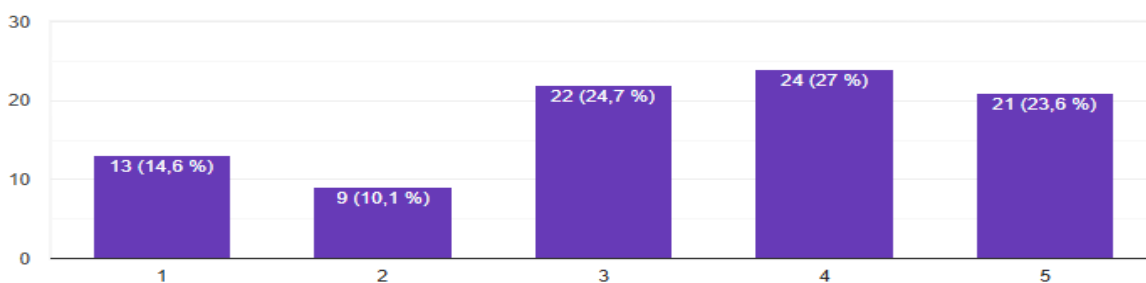


Figura 16

Gráfica de la pregunta 16 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

16. Es más fácil para mí hacer un trabajo en un lugar tranquilo.

 Copiar gráfico

89 respuestas

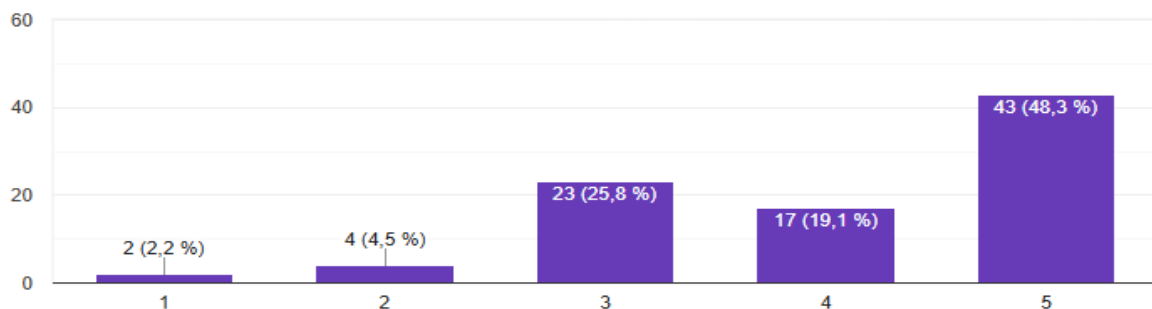


Figura 17

Gráfica de la pregunta 17 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

17. Me resulta fácil entender mapas, tablas y gráficos.

 Copiar gráfico

89 respuestas

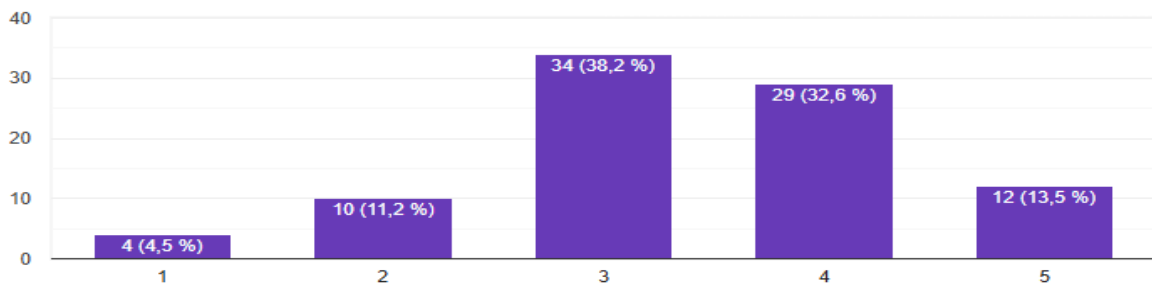


Figura 18

Gráfica de la pregunta 18 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

18. Cuando comienzo un artículo o un libro, prefiero espiar la última página.

 Copiar gráfico

89 respuestas

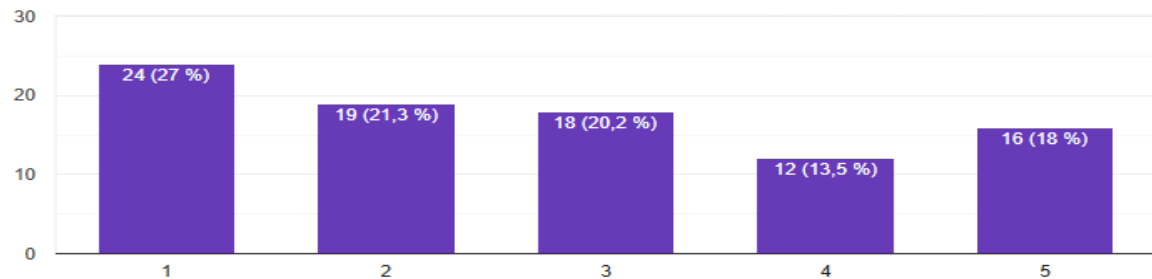


Figura 19

Gráfica de la pregunta 19 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

19. Recuerdo mejor lo que la gente dice que su aspecto.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

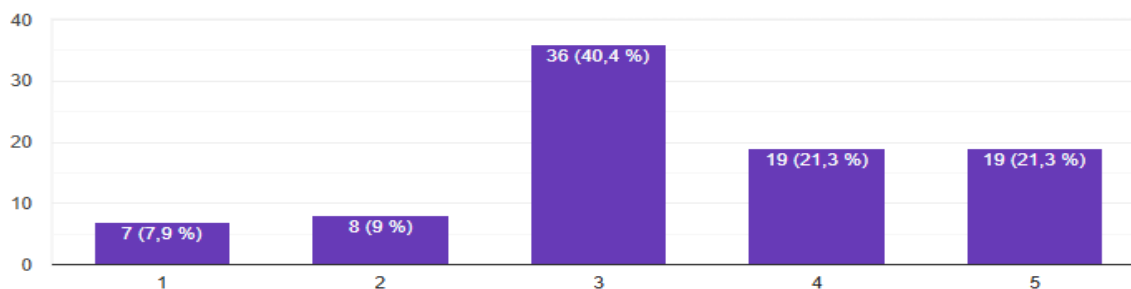


Figura 20

Gráfica de la pregunta 20 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

20. Recuerdo mejor si estudio en voz alta con alguien.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

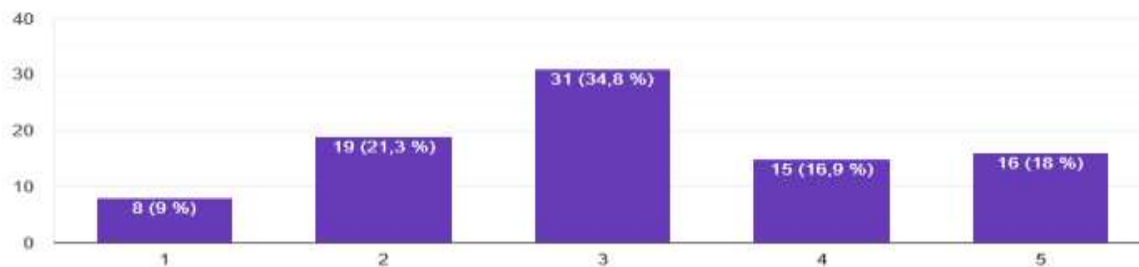


Figura 21

Gráfica de la pregunta 21 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

21. Tomo notas, pero nunca vuelvo a releerlas.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

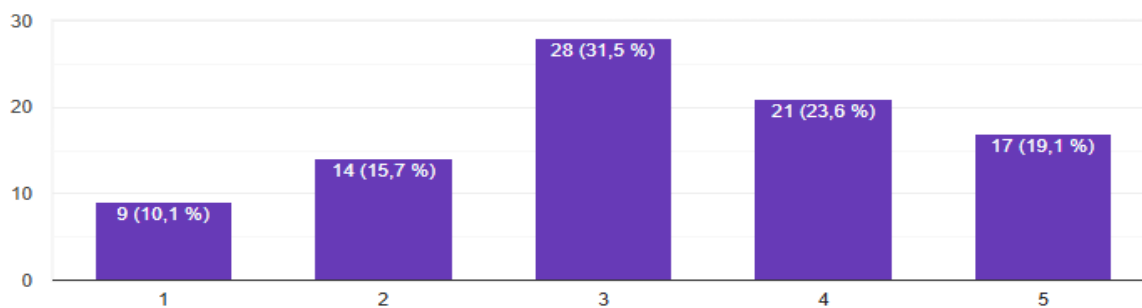


Figura 22

Gráfica de la pregunta 22 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

22. Cuando estoy concentrado leyendo o escribiendo, la radio me molesta.

 Copiar gráfico

89 respuestas

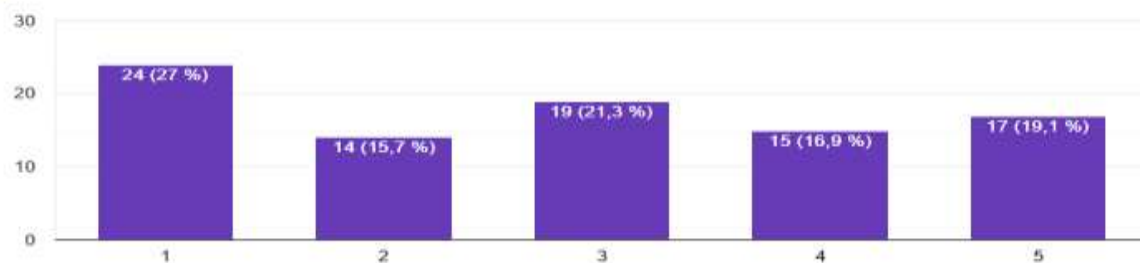


Figura 23

Gráfica de la pregunta 23 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

23. Me resulta difícil crear imágenes en mi cabeza.

 Copiar gráfico

89 respuestas

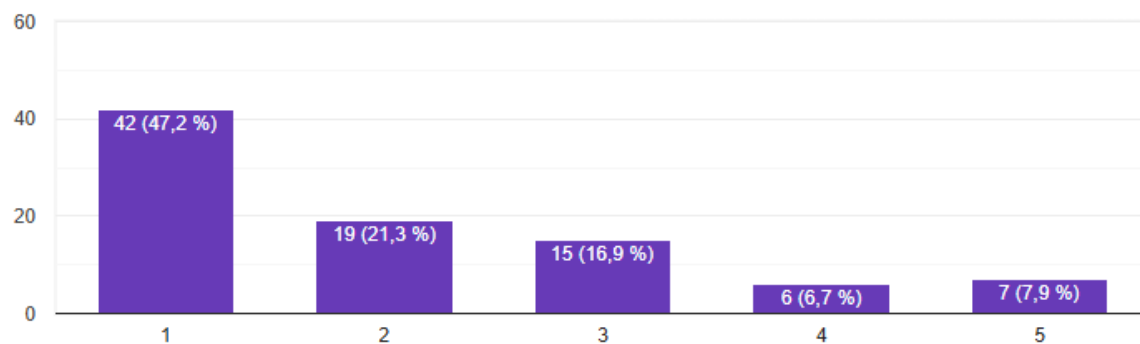


Figura 24

Gráfica de la pregunta 24 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

24. Me resulta útil decir en voz alta las tareas que tengo para hacer.

 Copiar gráfico

89 respuestas

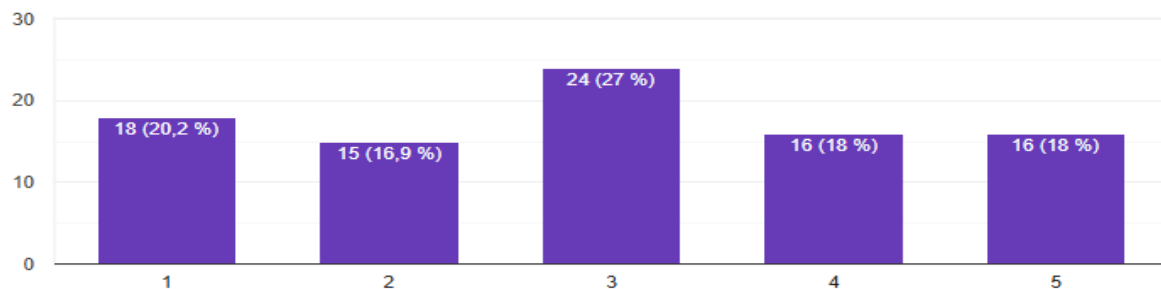


Figura 25

Gráfica de la pregunta 25 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

25. MI cuaderno y mi escritorio pueden verse un desastre, pero sé exactamente dónde está cada cosa.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

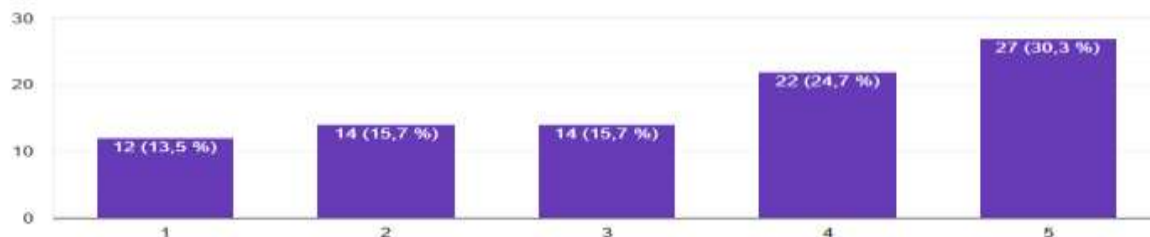


Figura 26

Gráfica de la pregunta 26 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

26. Cuando estoy en un examen, puedo "ver" la página en el libro de textos y la respuesta.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

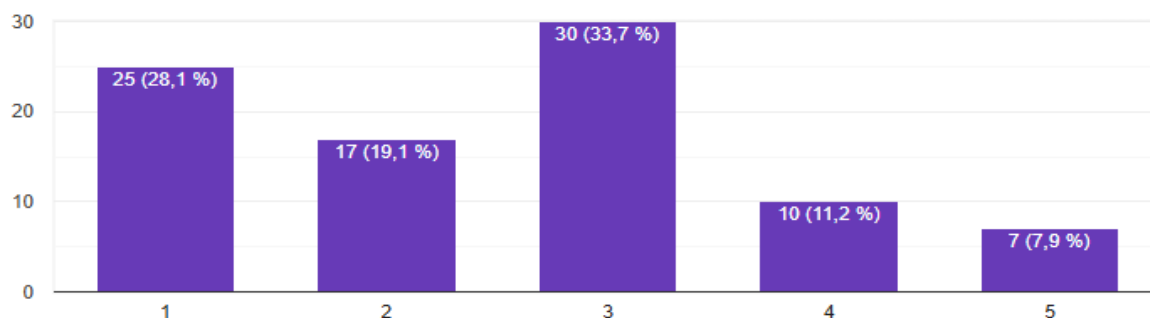


Figura 27

Gráfica de la pregunta 27 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

27. No puedo recordar una broma lo suficiente para contarla luego.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

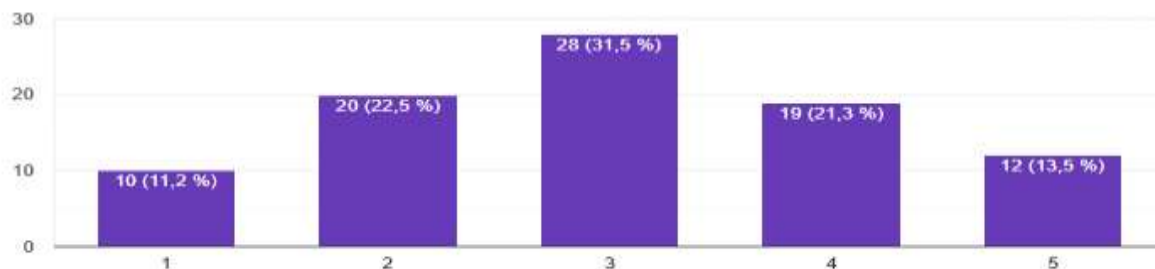


Figura 28

Gráfica de la pregunta 28 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

28. Al aprender algo nuevo, prefiero escuchar la información, luego leer y luego hacerlo.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

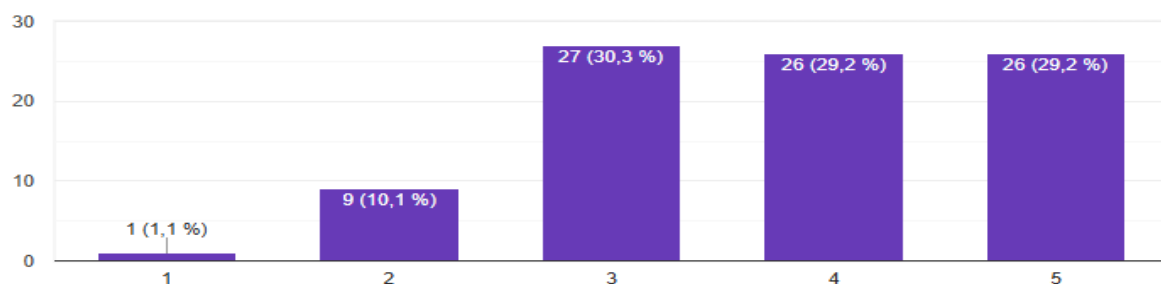


Figura 29

Gráfica de la pregunta 29 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

29. Me gusta completar una tarea antes de comenzar otra.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

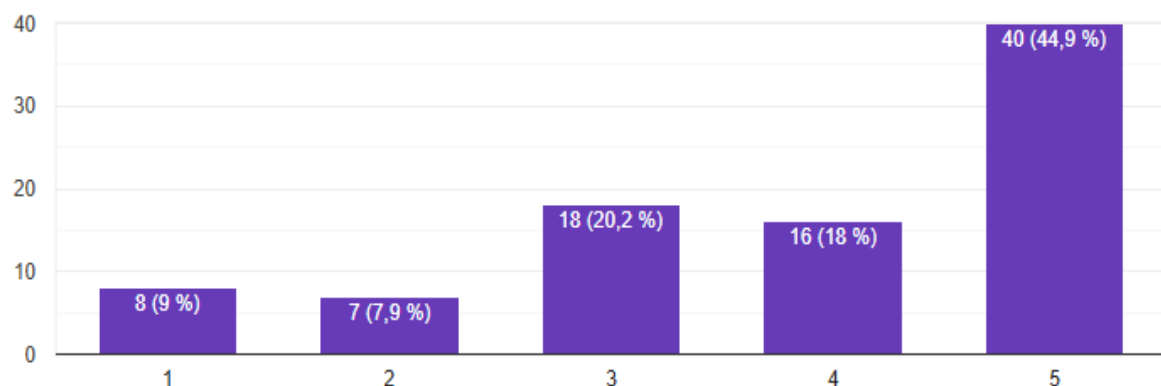


Figura 30

Gráfica de la pregunta 30 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

30. Uso mis dedos para contar y muevo los labios cuando leo.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

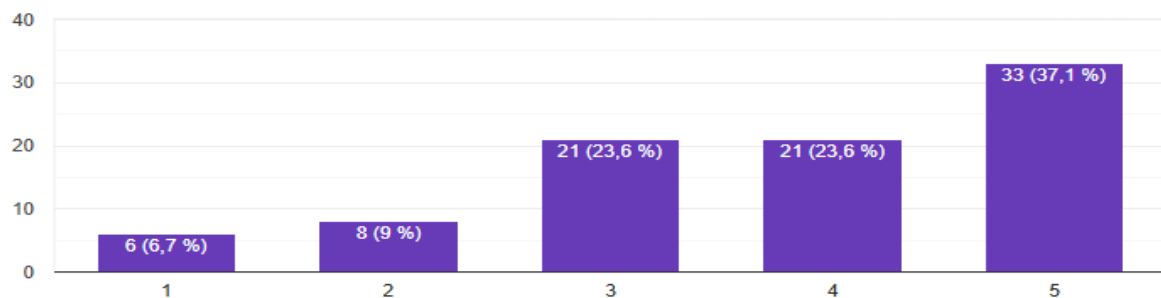


Figura 31

Gráfica de la pregunta 31 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

31. No me gusta releer mi trabajo.

 Copiar gráfico

89 respuestas

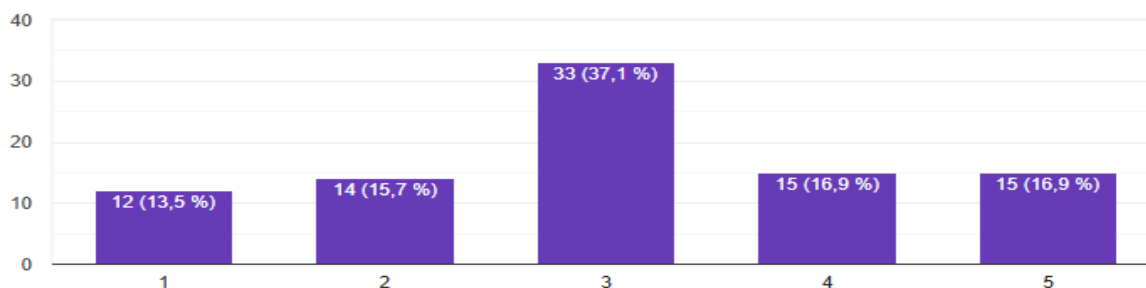


Figura 32

Gráfica de la pregunta 32 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

32. Cuando estoy tratando de recordar algo nuevo, por ejemplo, un número de teléfono, me ayuda formarme una imagen mental para lograrlo.

 Copiar gráfico

89 respuestas

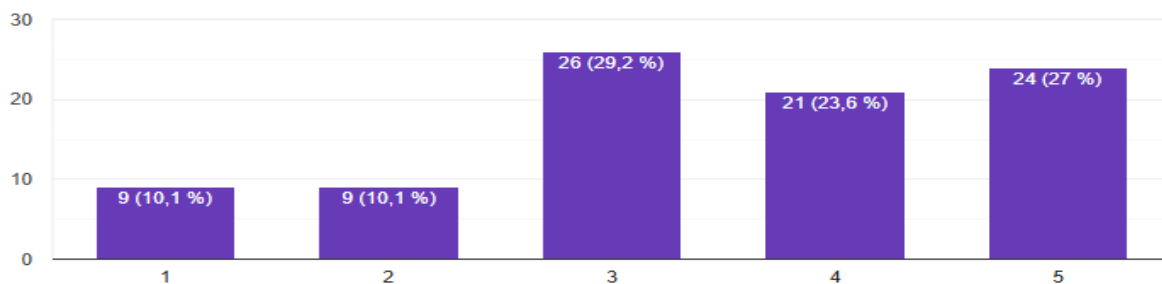


Figura 33

Gráfica de la pregunta 33 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

33. Para obtener una nota extra, prefiero grabar un informe a escribirlo.

 Copiar gráfico

89 respuestas

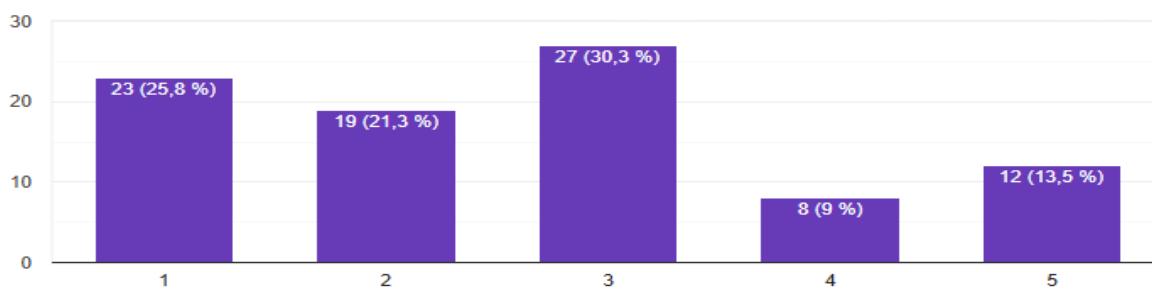


Figura 34

Gráfica de la pregunta 34 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

34. Fantaseo en clase

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

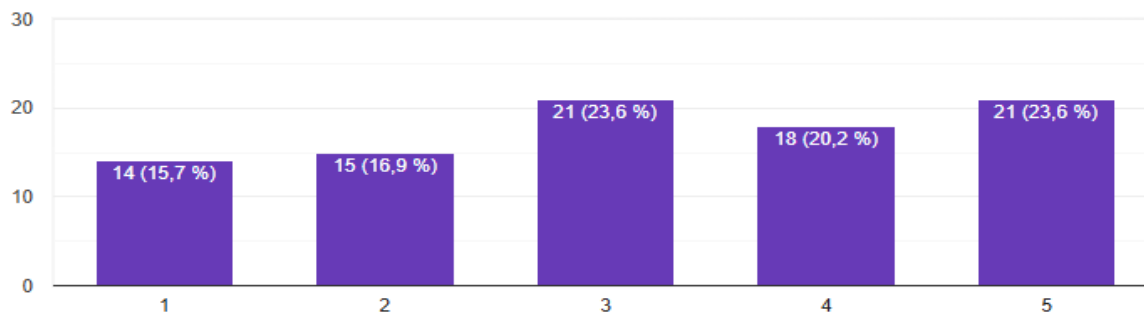


Figura 35

Gráfica de la pregunta 35 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

35. Para obtener una calificación extra, prefiero crear un proyecto a escribir uniforme.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas

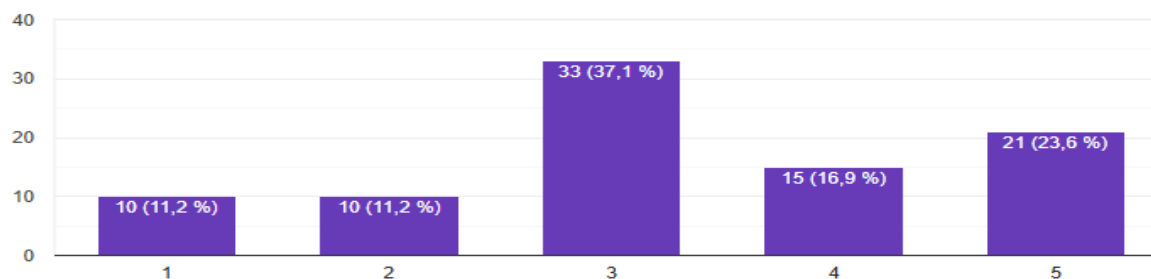


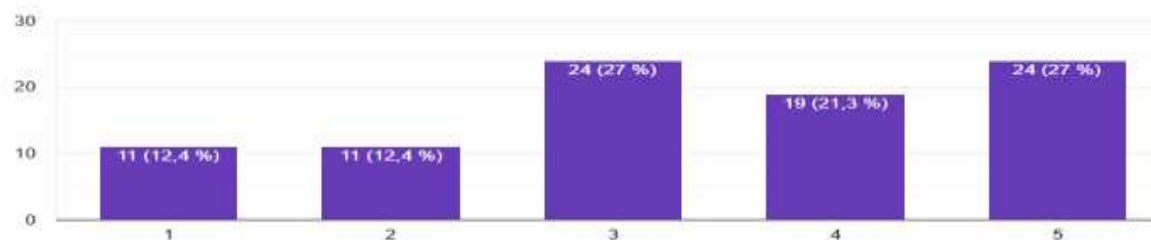
Figura 36

Gráfica de la pregunta 36 del test Canal de Aprendizaje de preferencia Lynn O'Brien

36. Cuando tengo una gran idea, debo escribirla inmediatamente, o la olvido con facilidad.

[Copiar gráfico](#)

89 respuestas



Hay que hacer mención que se tomó en cuenta de cada pregunta la opción que tuvo mayor cantidad de respuestas, por ejemplo, en la pregunta 1 la opción 3 fue la que más respuestas tuvo con un total de 41.6%, por lo tanto la pregunta 1 corresponde a la categoría de aprendizaje visual por lo que se le suman 3 puntos a esta categoría, mientras que en la pregunta 2 la respuesta 5 fue la que tuvo más alto porcentaje con el 40.4%, por lo que se le suman 5 puntos a la categoría de visual que suma un total de 40 puntos, ya que la pregunta 2 pertenece a esta categoría de acuerdo a como se explicó en la Metodología.

Por otra parte, siguiendo esta misma explicación la pregunta 4 pertenece a la categoría de kinestésico y la respuesta que tuvo más menciones fue la 3 con el 29.2%, lo que le suma 3 puntos a esta categoría, dando un total de 44 puntos.

La sumatoria final de las 3 categorías de nuestra investigación nos suma 128 puntos (44 puntos de la Visual, 40 puntos de la Auditiva y 44 puntos de la Kinestésico).

De acuerdo a las formulas presentadas en el apartado de metodología el porcentaje del grupo de los 89 entrevistados queda de la siguiente manera:

$$\text{Visual} = \frac{44}{128} = 34.375\%$$

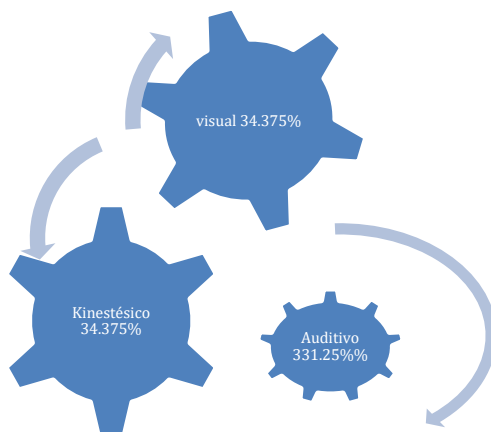
$$\text{Auditivo} = \frac{40}{128} = 31.25\%$$

$$\text{Kinestésico} = \frac{44}{128} = 34.375\%$$

El principal hallazgo que se encontró que de nuestra muestra de 89 alumnos se encuentran empatadas en primer lugar las categorías de aprendizaje Visual y Kinestésico con 34.375% seguido del auditivo con el 31.25%, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 37

Esquema de categorías de aprendizaje con porcentaje



Las limitaciones que se pudieron encontrar en este estudio es que únicamente se realizó con alumnos del turno matutino, por lo que se sugiere más adelante replicar el test en alumnos del turno vespertino, para ver si hay variación en los resultados.

CONCLUSIONES:

Se concluye que este estudio exploratorio es la base para estudios subsecuentes que coadyuven en primer lugar a la generación de una base de datos donde se tenga identificada cada alumno el tipo de canal de referencia de aprendizaje que tiene, en segundo lugar, con todo lo antes mencionado daría pie para poder realizar a futuro una investigación descriptiva, donde se pueden generar nuevas propuestas de desarrollo de material didáctico para que los maestros lo integren en su plan clase a partir de cada grupo, también es fundamental como se mencionó que sería fundamental que pudiera replicarse el estudio en el turno vespertino.

También se recomendaría en estudios posteriores integrar entrevistas a profundidad tanto a los encargados del área de orientación educativa, para conocer su perspectiva sobre el tema, como a los profesores ya que ellos podrían contar a detalle su experiencia en el aula de que tipo de material didáctico se pudiera diseñar para cada uno de los 3 canales de aprendizaje mencionados, todo lo anterior le daría un nuevo enfoque a esta investigación ya que pasaría de ser plenamente cuantitativa a convertirse en mixta por utilizar este nuevo instrumento de recolección de datos.

El haberse aplicado alumnos de 5to semestre les ayuda a ellos a que puedan conocer su canal de aprendizaje no solo para su vida académica en la educación media superior, sino también para su futuro ingreso a la educación superior, sin embargo, sería muy interesante que se aplicara el test a los alumnos de primer semestre en ambos turnos, para poder empezar a trabajar con ellos desde su etapa de ingreso, esto traería como implicaciones el poder llegar a impactar a indicadores como reprobación o deserción escolar, ya que si el alumno conoce su canal de aprendizaje puede potencializar sus propias estrategias de estudio, mientras que el docente diseñar el material didáctico adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

Cazau, P. (2004). Estilos de aprendizaje: Generalidades. Consultado el, 11(11), 2005.

Dewey, J. (1938). Experience and education. New York: Macmillan.

Felder, R. M., y Spurlin, J. (2005). Aplicaciones, confiabilidad y validez del índice de estilos de aprendizaje”. [Versión electrónica]. Int. J. Engng Ed. Vol.21, No.1, pp.103-112. Disponible en:

[http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/ILS_Validation\(IJEE\).pdf](http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/ILS_Validation(IJEE).pdf).

[Consulta: 2014, Diciembre 04].

García, M. A., & Galán, Y. I. J. (2009). Diagnóstico de los estilos de aprendizaje en los estudiantes.: Estrategia docente para elevar la calidad educativa. *Revista CPU-e*, (9), 1.

O'Brien, L. (1990). Test para determinar el Canal de Aprendizaje de preferencia. Recuperado del sitio: <http://www.iafi.com.ar/pnl/ejercicios-pnl/test-canalpreferencia.pdf>.

Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 1(19), 93-110.

<https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>

Ramírez, Y. D. V., & Espín, D. R. (2014). Aplicación de la teoría de estilos de aprendizaje al diseño de contenidos didácticos en entornos virtuales. *Etic@ net. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 14(2), 176-197.

Sierra, D. C., & Ursprung, L. M. (2009). ¿Cuál es el estilo de aprendizaje del estudiante Caribe?. *Educación y Humanismo*, 11(17), 106-110.

EL TRABAJO COLABORATIVO: ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE PERDURABLE EN ESTUDIANTES DE LA MODALIDAD A DISTANCIA DE LA LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN

María Martha del Socorro Romano Cadena ¹, Jorge Ricardo Rodríguez Jiménez ², Rosa María Barradas Pérez³, Carlos Osvaldo Romero Romano⁴.

RESUMEN

El trabajo colaborativo ha emergido como una estrategia pedagógica esencial en los entornos virtuales de educación superior e impactar positivamente en el ODS 4. Este estudio explora su impacto en el aprendizaje perdurable y educación de calidad, se obtuvo información mediante la aplicación de una encuesta y la observación directa, se empleó una metodología mixta con una muestra de 81 estudiantes. Los resultados revelan fortalezas en expresión de ideas, resolución de problemas e investigación, aunque persisten desafíos en el desarrollo uniforme del liderazgo y el cumplimiento de plazos. Se discute la relación con competencias clave del perfil de egreso, como la comunicación efectiva, el liderazgo compartido y la gestión organizacional.

En el ámbito educativo, el trabajo colaborativo se consolida como un modelo de aprendizaje interactivo que invita a los estudiantes a alcanzar metas comunes mediante la suma de esfuerzos, talentos y competencias. Esta dinámica implica una serie de transacciones consensuadas que permiten avanzar hacia objetivos compartidos (Revelo, César y Jiménez, 2018). No obstante, más que un simple modelo, el trabajo colaborativo representa una filosofía de interacción y una forma personal de actuar, basada en el respeto hacia las aportaciones individuales de cada miembro del grupo.

En este artículo se presentan resultados del estudio realizado durante el periodo de primavera 2025 en 3 grupos de la Licenciatura en Administración de la MaD – BUAP en la que se analizó la pertinencia del trabajo colaborativo como medio para lograr aprendizajes perdurables, vinculando los resultados con competencias del perfil de egreso.

PALABRAS CLAVE: Trabajo Colaborativo, Aprendizaje Perdurable, ODS 4, PDI, Comunicación efectiva.

ABSTRACT

Collaborative work has emerged as an essential pedagogical strategy in virtual higher education environments, positively impacting SDG 4. This study explores its effect on lasting learning and quality education, with data obtained through a survey and direct observation. A mixed-methods approach was employed with a sample of 81 students. The results reveal strengths in idea expression, problem-solving, and research, although challenges remain in the consistent development of leadership and meeting

deadlines. The relationship with key competencies from the graduate profile—such as effective communication, shared leadership, and organizational management—is discussed.

In the educational sphere, collaborative work is consolidated as an interactive learning model that invites students to achieve common goals through the combination of efforts, talents, and skills. This dynamic involves a series of consensual transactions that allow progress toward shared objectives (Revelo, César & Jiménez, 2018). However, more than a mere model, collaborative work represents a philosophy of interaction and a personal way of acting, based on respect for the individual contributions of each group member.

This article presents the results of a study conducted during the Spring 2025 term in three groups of the Bachelor's Degree in Administration at MaD – BUAP, in which the relevance of collaborative work as a means to achieve lasting learning was analyzed, linking the findings to competencies outlined in the graduate profile.

KEYWORDS: Collaborative Work, Enduring Learning, SDG 4, IDP, Effective Communication.

INTRODUCCIÓN

La **Agenda 2030** plantea que las universidades deben asumir un rol transformador en la construcción del conocimiento. Esto implica: Profesionalizar la labor docente, Promover la transferencia tecnológica e Impulsar acciones eficaces orientadas a objetivos concretos vinculados al desarrollo sostenible. En consonancia con ello, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), a través de su Programa de Desarrollo Institucional (PDI) 2021–2025, establece cuatro ejes estratégicos con enfoque prospectivo hacia el desarrollo sostenible. Por lo anterior en la Modalidad a Distancia (MaD) se han reconfigurado los entornos de aprendizaje, incorporando estrategias pedagógicas activas para fortalecer la interacción académica y social. En este contexto, el trabajo colaborativo se posiciona como una estrategia pedagógica que favorece el aprendizaje perdurable, el desarrollo profesional y el cumplimiento eficaz de metas académicas.

El aprendizaje perdurable, entendido como la adquisición de saberes y habilidades que se mantienen y evolucionan a lo largo del tiempo, encuentra una base sólida en el trabajo colaborativo; cuando los estudiantes se involucran activamente en entornos de cooperación, comparten perspectivas, debaten ideas y construyen conocimientos significativos que trascienden el aula. La colaboración no solo fortalece la comprensión y contextualización del conocimiento, sino que también desarrolla habilidades esenciales como la comunicación, la empatía y la resolución conjunta de problemas, entre otras.

Además, el trabajo colaborativo orientado a metas académicas específicas genera un sentido de propósito compartido; los grupos que trabajan con objetivos claros y roles bien definidos tienden a avanzar con eficacia, integrando conocimientos previos y nuevos en un entramado significativo y duradero. Este

compromiso mutuo propicia un entorno en el que el aprendizaje se vuelve relevante, motivador, contextualizado y por ende perdurable. Así, el aprendizaje perdurable no es solo el producto de la repetición o la memorización, sino el resultado de experiencias de interacción reflexiva y comprometida entre pares, en entornos colaborativos bien estructurados, los estudiantes no solo alcanzan metas académicas, sino que desarrollan capacidades transferibles que los acompañan en su trayectoria profesional y personal.

Como afirman Gros, Barberà, Cabrero y Suárez (2017), lo que debe ser aprendido sólo puede conseguirse si el trabajo del grupo es realizado en colaboración. Es el grupo quien decide cómo realizar la tarea, qué estrategias adoptar, cómo distribuir el trabajo y qué acciones emprender colectivamente.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje colaborativo se fundamenta principalmente en el diálogo, la negociación y la construcción conjunta del conocimiento a través de la explicación (Ruíz, *et al.* 2015).

Este enfoque favorece el desarrollo de competencias esenciales, entre las que destacan las habilidades blandas o *soft skills*, caracterizadas por su capacidad para interpretar e influir en el entorno. Estas competencias son transversales (relevantes en múltiples áreas del saber), transferibles (facilitan la adquisición de nuevos conocimientos) y claves (aplicables en distintos contextos a lo largo de la vida) (Zepeda, M.; Cardoso, E. y Rey, C., 2019).

Dentro de estas habilidades, algunas especialmente valoradas en el ámbito ejecutivo son: la comunicación, la responsabilidad, la actitud positiva y el trabajo en equipo (Robles, 2015). Asimismo, Shuell (1986) señala que “Aprender es un cambio perdurable de la conducta o en la capacidad de conducirse de una manera dada como resultado de la práctica o de otras formas de experiencia”, lo que destaca la permanencia del cambio como criterio esencial del aprendizaje, diferenciándolo de modificaciones temporales o superficiales

MARCO TEÓRICO

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 (ODS 4): Educación de Calidad establece que la educación es un derecho universal que debe garantizar la inclusión, equidad y mejoras en el acceso y la infraestructura educativa a lo largo del país. Este enfoque reafirma la importancia de asegurar un aprendizaje eficaz, el desarrollo de conocimientos y habilidades clave para:

- Promover el desarrollo sostenible
- Impulsar el aprendizaje a lo largo de la vida
- Fortalecer la igualdad de género
- Garantizar un empleo decente
- Reducir desigualdades sociales
- Favorecer el bienestar colectivo y el crecimiento económico inclusivo

La Meta 4.7 del ODS 4 propone desarrollar conocimientos teóricos y prácticos en todos los niveles educativos que impacten positivamente en el desarrollo sostenible y la ciudadanía global. Esta meta debe abordarse desde un enfoque holístico y transversal, permitiendo articular e integrar:

- Políticas públicas e institucionales
- Diseños curriculares y planes de estudio
- Procesos de enseñanza-aprendizaje que fomenten la participación activa, el aprendizaje significativo y el fortalecimiento de capacidades, habilidades y conocimientos

La meta complementaria de la Meta 4.7 propone:

- Crear entornos de aprendizaje seguros, inclusivos y no violentos para todos
- Incrementar el acceso a becas internacionales, beneficiando especialmente a países menos adelantados en estudios superiores y técnicos
- Fortalecer la profesionalización docente mediante cooperación internacional y condiciones laborales justas y pertinentes

En consonancia con al ODS 4, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), a través de su Programa de Desarrollo Institucional (PDI) 2021–2025, establece cuatro ejes estratégicos con enfoque prospectivo hacia el desarrollo sostenible. Entre ellos destaca el Eje 4: Modelo de investigación abierta y comprometida (BUAP, 2022), que promueve una vinculación activa con actores internos y externos que comparten objetivos comunes. Por lo que el desarrollo de actividades integrales inter, multi y transdisciplinarias, en las que participen activamente los estudiantes para construir aprendizajes perdurables, fomentar el desarrollo de habilidades y valores, y generar conocimiento comprometido con la transformación social, con pertinencia local y visión glocal, para abordar los retos que plantea el desarrollo sostenible.

El aprendizaje perdurable de acuerdo a Martín (2023) El aprendizaje debe perdurar: la validez de los contenidos curriculares es efímera, pero no la de la autonomía cognitiva, la capacidad de procesar, transformar y comunicar información, el talento y la iniciativa.”

► Martín enfatiza que el aprendizaje perdurable se centra en habilidades cognitivas profundas y transferibles, más allá de contenidos específicos

El trabajo colaborativo impacta positivamente en el ODS 4 Educación de Calidad el cual promueve una educación inclusiva, equitativa y de calidad. El aprendizaje colaborativo:

- **Fomenta la inclusión:** La interdependencia positiva y la construcción social del conocimiento crean espacios donde cada voz es valorada.

- **Garantiza la equidad:** Al distribuir responsabilidades y promover la interacción promotora, se reducen brechas de participación.
- **Aumenta la calidad educativa:** Las habilidades interpersonales y el procesamiento grupal elevan el nivel reflexivo, lo que mejora el aprendizaje profundo.

El aprendizaje colaborativo de acuerdo a investigadores del Tecnológico de Monterrey, (2000), “Es considerado una filosofía de interacción y una forma personal de trabajo. Existe autoridad compartida y aceptación por parte de los miembros que lo integran, de la responsabilidad de las acciones y decisiones del grupo (pág. 6)”

Para Sergio Tobón (2013) define el trabajo colaborativo como: un proceso mediante el cual varias personas comparten ideas, recursos y saberes para identificar, interpretar, argumentar y resolver un determinado problema, en el marco de un proyecto ético de vida y de mejora continua.” Desde el enfoque de la socioformación, Tobón plantea el trabajo colaborativo como un proceso ético y formativo, centrado en la construcción colectiva del conocimiento, la resolución de problemas contextualizados que requiere la participación activa y significativa de todos los colaboradores, para la metacognición compartida y el desarrollo de competencias para la ciudadanía global

De acuerdo a Woolfolk (2006) el trabajo colaborativo es un proceso de construcción social que permite conocer diferentes perspectivas para abordar un problema, desarrollar tolerancia ante la diversidad y reelaborar alternativas conjuntas.”

Johnson & Johnson (1998) señala que “El aprendizaje colaborativo es un sistema de interacciones cuidadosamente diseñado que organiza e induce la influencia recíproca entre los integrantes de un equipo.”

Los hermanos David y Roger Johnson son pioneros en el estudio del aprendizaje colaborativo y cooperativo, su modelo se basa en la psicología social y la teoría del conflicto sociocognitivo, destacando cómo la colaboración mejora el rendimiento académico y las relaciones interpersonales; identifican cinco pilares fundamentales.

1. **Interdependencia positiva**

Cada miembro del grupo reconoce que su éxito está vinculado al de los demás. Esto fomenta la cooperación y el compromiso compartido.

2. **Responsabilidad individual**

Aunque el trabajo es grupal, cada persona es responsable de su propio aporte y del cumplimiento de sus tareas.

3. **Interacción promotora**

Los estudiantes se ayudan, explican conceptos entre sí, y se animan mutuamente a avanzar en el proceso de aprendizaje.

4. **Habilidades interpersonales y de grupo**

Incluye la comunicación efectiva, la toma de decisiones, la resolución de conflictos y el liderazgo colaborativo.

5. **Procesamiento grupal**

El grupo reflexiona de manera conjunta sobre su desempeño, identifica fortalezas y áreas de mejora, y ajusta sus estrategias.

Pilares complementarios que potencian su impacto

- **Metacognición compartida**

Reflexionar sobre cómo aprenden como equipo permite mejorar la estrategia de trabajo colaborativo.

- **Construcción social del conocimiento**

Se valora el aprendizaje como producto de la interacción social, donde el conocimiento se construye colectivamente.

OBJETIVOS GENERAL

Identificar las habilidades de los estudiantes a realizar las actividades de aprendizaje de manera colaborativa en la Licenciatura en Administración de empresas en el periodo de primavera de la MaD en BUAP

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las causas por las que algunos estudiantes de la MaD evitan el trabajo colaborativo.
- Analizar cómo el trabajo colaborativo en la MaD favorece el desarrollo de aprendizajes perdurables entre los estudiantes.
- Identificar fortalezas en el trabajo colaborativo de los estudiantes, considerando aspectos como la expresión de ideas, la resolución de problemas, el cumplimiento de plazos y la distribución de responsabilidades.

Metodología

El estudio se abordó con un enfoque **cuantitativo-cualitativo** de tipo **descriptivo y exploratorio**, buscando comprender las percepciones y experiencias de estudiantes ante actividades colaborativas.

- Universo: 100 estudiantes de la MaD en la Licenciatura en Administración (BUAP).

- Muestra efectiva: 81 estudiantes que respondieron la encuesta voluntariamente.

Instrumentos

- **Encuesta estructurada** con ítems sobre cumplimiento de tareas, expresión de ideas, solución de problemas, fortalecimiento de investigación, liderazgo, entre otros.
- **Bitácora de observación** basada en las participaciones en foros y tareas colaborativas dentro del LMS *Horizon Virtual BUAP*.

Procedimiento

La encuesta fue aplicada durante el periodo académico correspondiente a primavera 2025. La observación se realizó de manera no participante, registrando interacciones y dinámicas en el entorno virtual institucional en primavera 2025.

Análisis

- Datos cuantitativos: Análisis descriptivo mediante frecuencias y porcentajes.
- Datos cualitativos: Categorización temática a partir de las observaciones y comentarios espontáneos de los estudiantes.

Resultados y Discusión

Las principales tendencias se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1

Ítem evaluado	Sí (%)	No (%)	Parcialmente (%)
Cumplimiento de tareas en tiempo mediante trabajo colaborativo	33.3	17.3	49.4
Posibilidad de expresar ideas en equipo	55.6	11.1	33.3
Fortalecimiento de la Investigación	55.6	16.0	28.4
Solución de problemas y cumplimiento exitoso de tareas colaborativas	45.7	14.8	39.5
Trabajo en equipo favorece el cumplimiento, pero no necesariamente el aprendizaje significativo	32.1	30.9	37.0
El trabajo colaborativo fortalece el liderazgo en todos los integrantes	42.0	28.4	29.6

Las observaciones complementan estos hallazgos, evidenciando que los foros propician la expresión de ideas diversas, aunque algunas tareas se fragmentan sin lograr una integración significativa de aportes. Los resultados reflejan que el trabajo colaborativo fomenta competencias clave del perfil de egreso de la Licenciatura en Administración:

- **Comunicación efectiva:** Más de la mitad de los estudiantes indican que pueden expresar sus ideas en equipo.
- **Gestión organizacional:** A pesar del cumplimiento parcial de tareas, se evidencian mejoras en la planificación compartida.
- **Investigación aplicada:** Las actividades colaborativas fortalecen el análisis y la indagación metodológica.
- **Liderazgo compartido:** Aunque en desarrollo, se identifican espacios para promover liderazgos distribuidos dentro de los equipos.
- **Pensamiento crítico:** La resolución conjunta de problemas permite construir decisiones argumentadas.

No obstante, se identifican desafíos en la equidad del liderazgo y la profundidad del aprendizaje, lo que sugiere la necesidad de ajustar las actividades colaborativas y su evaluación para consolidar el aprendizaje significativo más allá del cumplimiento operativo.

Además de identificar que al fortalecer la investigación a través del trabajo colaborativo se impulsa el aprendizaje a lo largo de la vida, lo que impacta positivamente en la Educación de Calidad ODS 4, de la Agenda 2030, así como a la Meta 4.7 del ODS 4 la cual señala la relevancia de construir ambientes de aprendizajes que fomenten la participación activa, el aprendizaje significativo y el fortalecimiento de capacidades, habilidades y conocimientos, hoy con el rápido desarrollo de la inteligencia artificial se hace necesario abordar el aprendizaje desde un enfoque holístico y transversal, para un Aprendizaje Perdurable.

Conclusión

El trabajo colaborativo en la modalidad a distancia favorece el desarrollo de aprendizajes perdurables y habilidades transversales relevantes, fomenta también la construcción colectiva del conocimiento, el desarrollo de competencias clave como la comunicación efectiva, la resolución de problemas y la gestión organizacional, así como el propósito compartido entre los estudiantes, crea fortalezas importantes, como la capacidad de los equipos para intercambiar ideas, investigar de forma conjunta y tomar decisiones.

Sin embargo, se encuentran áreas que requieren mayor estructuración y atención como la asignación de roles, dar seguimiento a la retroalimentación formativa que el docente ofrece, distribución equitativa del liderazgo y mayor participación de los colaboradores en la construcción de productos colectivos a través de sus aportaciones.

En el contexto del ODS 4 y la Agenda 2030, el trabajo colaborativo no solo responde a una necesidad académica, sino también a un compromiso ético con la construcción de una educación inclusiva, equitativa y de calidad. EL trabajo colaborativo es una metodología que fortalece la investigación, el pensamiento

crítico y la cooperación, así como el desarrollo de habilidades transferibles que acompañarán al estudiante más allá de su vida universitaria.

Se recomienda:

- Diseñar actividades colaborativas auténticas, vinculadas a problemas reales.
- Integrar herramientas como *Microsoft Planner* para la planificación grupal.
- Implementar rúbricas que valoren no solo el producto final, sino el proceso colaborativo.
- Capacitar a docentes en la facilitación de dinámicas grupales virtuales.
- Replantear la evaluación de las actividades colaborativas y diseñar estrategias que incentiven la reflexión y el compromiso de todos los integrantes del grupo.

BIBLIOGRAFÍA

BUAP (2021). Plan de Desarrollo Institucional 2021-2025. <https://pdi.buap.mx/>

Gros, B., Barbera, E., Cabrero, J., y Suárez, C. (2017). *Pedagogía red: una educación para tiempos de internet*. Barcelona: Octaedro-ICE.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1998). *Cooperative Learning*. Edina, MN: Interaction Book Company.

Martin, I. (2023). Aprendizaje perdurable: cómo conseguirlo con ayuda de la tecnología. <https://www.educaciontrespuntocero.com/opinion/aprendizaje-perdurable/>

Revelo, O., César, C., y Jimenez, J. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje. *TecnoLógicas*, 21(41), 115-134.

Robles, J. M. (2015). *El aprendizaje colaborativo, estrategias y habilidades*. Universidad de Granada. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/41737>

Ruíz, E., Galindo, L., Martínez, N., y Galindo, R. (2015). *Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales*. Guadalajara, Jalisco, México: CENID.

Tobón, S. (2013). *Socioformación y sociedad del conocimiento*. México: CIFE.

Woolfolk, A. (2006). *Psicología educativa*. México: Pearson Educación.

Zepeda, M; Cardoso, E y Rey, C. (2019). El desarrollo de habilidades blandas en la formación de ingenieros. *Científica*, vol. 23, núm. 1.

EMPLEABILIDAD JUVENIL EN CONTEXTOS EDUCATIVOS: UNA APROXIMACIÓN TECNOLÓGICA DESDE EL PROYECTO JOB-IN

YOUTH EMPLOYABILITY IN EDUCATIONAL CONTEXTS: A QUANTITATIVE TECHNOLOGICAL APPROACH THROUGH THE JOB-IN PROJECT

AUTORES:

Aldhair Ramírez Alcantará¹, Norma Angélica Ortega García²

RESUMEN

La inserción laboral juvenil representa un desafío social y educativo en la actualidad, especialmente para aquellos jóvenes que cursan estudios de nivel medio superior y superior, y buscan incorporarse al mercado laboral sin contar con experiencia previa. En este contexto, la presente investigación señala como objetivo analizar la problemática de empleabilidad juvenil y valorar la pertinencia del desarrollo de una aplicación tecnológica denominada Job-in, diseñada para facilitar el acceso a estudiantes a oportunidades laborales compatibles con su etapa de formación académica. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño experimental y de tipo descriptivo. La recolección de datos se realizó mediante una encuesta estructura en escala de Guttman, aplicada a una muestra por conveniencia a 62 estudiantes a través de Google Forms. Los resultados muestran que una proporción significativa de jóvenes estudiantes al incorporarse al mercado laboral, presentan dificultades para conseguir un empleo debido a la falta de experiencia, la escasa orientación laboral y la limitada vinculación entre la formación académica y demandas del mercado de trabajo. Asimismo, existe una alta aceptación de herramientas digitales orientadas a la búsqueda de empleos, destacando la necesidad de plataformas especializadas en jóvenes estudiantes. Los participantes manifestaron la disposición hacia el uso de Job-in como herramienta de apoyo en la búsqueda de empleo y preparación laboral. Se concluye, que el uso de las aplicaciones móviles con enfoque educativo y social constituyen una estrategia necesaria para fortalecer la transición escuela-trabajo, reduciendo las barreras de acceso al empleo, contribuyendo al desarrollo de trayectorias laborales estables.

PALABRAS CLAVE: empleabilidad juvenil, inserción laboral, tecnología educativa, aplicaciones móviles, transición escuela-trabajo.

ABSTRACT

Nowadays, youth labor market insertion represents a significant social and educational challenge particularly for students enrolled in high school and college, who seek to enter the labor market without

¹ Aldhair Ramírez Alcantará es: Docente del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de servicios No.128, en Juárez, Chih., México, aldhairramirez11@gmail.com

² Norma Angélica Ortega García es Docente del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de servicios No.128, en Cd. Juárez, Chih, México, Orcid id: 0009-0004-5546-0263 nangelicaortega.g@gmail.com

prior work experience. In this context, the objective of this study is to analyze the problem of youth employability and to assess the relevance of developing a technological application called Job-in, designed to facilitate students' access to employment opportunities compatible with their stage of academic training. The study adopted a quantitative approach with a non-experimental and descriptive design. Data were collected through a structured survey based on the Guttman scale, administered via Google Forms to a convenience sample method of 62 students. The results indicate that a significant proportion of young students face difficulties when entering to the labor market, mainly due to lack of work experience, limited career guidance, and weak alignment between academic training and labor market demands. Additionally, there is a high level of acceptance of digital tools for job searching, highlighting the need for platforms specifically designed for youth students. Participants expressed a strong willingness to use Job-in as a tool to support job searching and employment preparation. It is concluded that mobile applications with an educational and social focus constitute a necessary strategy to strengthen the school-to-work transition, reduce barriers to employment access, and contribute to the development of stable career trajectories.

KEYWORDS: Youth employability, labor market insertion, educational technology, mobile applications, school-to-work transition.

INTRODUCCIÓN

La investigación aborda la dificultad que enfrentan los jóvenes estudiantes para integrarse de manera efectiva al ámbito laboral, especialmente adolescentes que no cuentan con una experiencia previa. Estudios señalan que la transición de la escuela al trabajo suele ser lenta, incierta y marcada por expectativas poco realistas sobre el empleo, generando frustración, abandono escolar y aceptación de trabajos precarios (Torres-López, Acosta-Fernández & Aguilera-Velasco, 2017, p. 88).

La necesidad de plataformas especializadas para jóvenes limita el exceso a una información clara, confiable y que se adapte a sus condiciones reales. Los jóvenes recurren a redes sociales o portales laborales genéricos que no consideran las variables como edad, nivel educativo, experiencia mínima, falta de experiencia, así como la compatibilidad del aspecto laboral con los estudios, generando, según la OIT (2020), la ausencia de mecanismos de apoyo, incrementando el riesgo de desempleo e inserción en empleos informales.

Esta investigación generara una alternativa que favorece la empleabilidad juvenil tomando en cuenta la perspectiva formativa, inclusiva y tecnológica. Job-in surge como respuesta a un problema real y actual, debido a la desconexión que hay en los jóvenes estudiantes y el mercado laboral.

Es necesario analizar propuestas que permitan aportar conocimientos relevantes y estrategias de apoyo al empleo juvenil. La investigación es pertinente debido a que contribuye a vicivilizar las diferentes condiciones de vulnerabilidad laboral entre los estudiantes, en relación al empleo y el desempleo. Torres-

López et al. (2017) señalan que los jóvenes construyen expectativas laborales a partir de creencias compartidas que no siempre coinciden con la realidad del mercado, dificultando su adaptación al primer empleo (p. 90).

Job-in proporciona información clara, orientada y estructurada. Arrell y Hartline (2021) destacan que la empleabilidad depende de habilidades socioemocionales tanto como técnicas (p. 118), logrando posicionarla como una aplicación estratégica con un impacto social informativo.

La investigación analiza la problemática de inserción laboral juvenil y la necesidad de una aplicación como herramienta tecnológica para el empleo, comprendiendo las necesidades laborales actuales de los jóvenes estudiantes, limitaciones que enfrentan durante el proceso de búsqueda de empleo y el potencial que generan las plataformas digitales para mejorar la empleabilidad. El aporte del marco teórico y conceptual sustentan el diseño de Job-in integrado enfoques de necesidades reales y sociales de un empleo, tomando en cuenta los diferentes modelos de negocios, valorando la viabilidad, la relevancia dentro del contexto educativo y necesidades laborales.

Investigaciones analizaron el empleo juvenil desde distintas perspectivas. A nivel internacional, la Organización Internacional del Trabajo ha documentado de manera sistemática las dificultades que enfrentan los jóvenes para acceder a empleos, señalando la falta de experiencia laboral y la precarización como factores recurrentes que limitan su inserción en el mercado de trabajo (OIT, 2013, p. 86). Destacando la necesidad de diseñar estrategias tecnológicas específicas orientadas a este grupo poblacional.

El mexicano, Torres-López, Acosta-Fernández y Aguilera-Velasco (2017) analizaron las representaciones sociales del empleo y desempleo en jóvenes de bachillerato sin trayectoria laboral, concluyendo que sus expectativas laborales suelen estar alejadas de la realidad del mercado, lo que dificulta su inserción laboral (p. 88). Este antecedente resulta relevante para Job-in, y la importancia de la orientación laboral de manera temprana.

Dakduk et al. (2008) señalan que el trabajo y los valores laborales se construyen antes del primer empleo mediante procesos de socialización (p. 54). Como mencionan otros autores, el capital humano joven mejora las oportunidades laborales a largo plazo. En relación con la tecnología, la Unión Internacional de Telecomunicaciones destaca que la inclusión digital juvenil es clave para reducir desigualdades y ampliar oportunidades de empleo (ITU, 2020, p. 10), línea en la que desarrolla el proyecto Job-in.

MARCO TEÓRICO

Inserción laboral juvenil

Es el proceso donde una persona se incorpora al mercado de trabajo de manera estable. Este proceso es complejo debido a los factores estructurales informativos. Torres-López, et al (2017) señalan que la

transición de la escuela al trabajo se caracteriza por incertidumbre, expectativas poco realistas y limitada información, lo que dificulta la adaptación al primer empleo y favorece la aceptación de condiciones laborales precarias (p. 88).

Transición escuela-trabajo

Es la fase del proceso de transición entre la escuela y el trabajo la cual es vital para los jóvenes, no solamente depende de la formación académica sino también del acompañamiento que pueda dar una institución hacia la formación laboral pertinente. Según la OIT (2020), la ausencia de mecanismos de apoyo temprano incrementa el riesgo de desempleo prolongado y de inserción en el sector informal (p. 45).

Empleabilidad juvenil

Farrell y Hartline (2021) destacan que la empleabilidad no se limita a competencias técnicas, sino que incluye habilidades blandas como la comunicación, el trabajo en equipo y la capacidad de adaptación (p. 118). Como resultado, este concepto hace referencia al conjunto de conocimientos, habilidades, competencias y actitudes que le permite a una persona poder acceder y mantenerse dentro de un empleo, además de fortalecer las etapas formativas fundamentales para las oportunidades laborales juveniles.

Tecnología e inserción laboral

Laudon y Laudon (2019) señalan que las plataformas digitales reducen barreras de acceso, optimizan la intermediación laboral y amplían las oportunidades de empleo, especialmente para poblaciones jóvenes (p. 312). La tecnología ha transformado proceso de búsqueda y selección de empleo. Las aplicaciones móviles son una herramienta estratégica que contribuyen a conectar la oferta y demanda laboral.

Inclusión digital juvenil

En la actualidad la brecha digital limita las posibilidades de los estudiantes para poder acceder a información de las diferentes empresas que ofertan empleos, donde puedan desarrollar sus competencias de acuerdo a las demandas del mercado. La inclusión digital es un factor determinante para la empleabilidad juvenil. La Unión Internacional de Telecomunicaciones destaca que el acceso y uso significativo de tecnologías digitales permite reducir desigualdades y ampliar oportunidades de participación económica y social (ITU, 2020, p. 10)

Valores laborales

Se refiere a los valores que una persona considera importantes para desempeñarse en un empleo. Márquez et al. (2005) encontraron que el salario y la estabilidad ocupan un lugar central en la percepción juvenil (p. 89)

Inclusión laboral

Se garantizan oportunidades para todas aquellas personas que buscan un empleo. Según la ITU (2020), la tecnología puede ser un factor clave para reducir desigualdades en el acceso al empleo (p. 10).

Aplicaciones móviles

Son aquellas aplicaciones que permiten el acceso inmediato a algún tipo de servicio en el ámbito laboral y permiten acceso rápido por medio del móvil o celular. Silberschatz et al. (2018) destacan su eficiencia en la gestión de información en tiempo real (p. 214).

Modelos de negocio digitales

Las plataformas tecnológicas permiten desarrollar modelos de negocios digitales. Osterwalder y Pigneur (2010) indican que estos modelos crean valor a partir de la interacción con el usuario (p. 14).

Desempleo juvenil

Este término implica la búsqueda de un empleo exitoso por parte de jóvenes en edad productiva. Torres-López et al. (2017) indican que este fenómeno genera frustración, incertidumbre y expectativas poco realistas sobre el mercado laboral (p. 88)

Preparación para el trabajo

Según Torres-López et al. (2017), los jóvenes sin trayectoria laboral construyen sus expectativas a partir de representaciones sociales más que de experiencias reales (p. 85) Por ello, es necesario una preparación previa al área laboral donde comprenda el desarrollo de las habilidades, actitudes, capacidades y conocimientos necesarios para integrarse laboralmente.

Competencias laborales

De acuerdo con De Jesús y Ordaz (2006), los jóvenes valoran aquellas competencias que les permiten independencia y reconocimiento social (p. 67). Son todos aquellos conocimientos requeridos para poder desarrollar una actividad o labor eficazmente dentro de un empleo .

Significado del trabajo

El significado del trabajo se construye a partir de valores, creencias y experiencias. Dakduk et al. (2008) afirman que este significado se aprende antes y durante la socialización laboral (p. 54).

Valores laborales

Márquez et al. (2005) encontraron que el salario y la estabilidad ocupan un lugar central en la percepción juvenil (p. 89).

Orientación laboral

La orientación laboral consiste en asesorar a los jóvenes sobre opciones profesionales. Torres-López et al. (2017) subrayan la necesidad de considerar la visión juvenil en programas de empleo (p. 86)

Capital humano

El capital humano se refiere al conjunto de habilidades y conocimientos que tiene una persona, las cuales contribuyen a aumentar la productividad dentro de una organización Becker (1993) señala que invertir en capital humano mejora las oportunidades laborales (p. 19).

Economía digital

La economía digital es aquella que integra tecnologías en los procesos productivos. Castells (2010) afirma que esta economía redefine las formas de empleo juvenil (p. 102).

Digital skills y empleabilidad

Las habilidades digitales son consideradas un determinante central de la empleabilidad juvenil en el mercado laboral actual, donde competencias como comunicación digital, creación de contenidos y seguridad informática están asociadas a mayores tasas de empleo (Đorđević, 2025).

Digitalización e inclusión social

La digitalización puede actuar como un factor de inclusión social laboral cuando se garantiza acceso equitativo a las tecnologías y a la formación digital. Esto permite a los jóvenes, especialmente los vulnerables, aprovechar oportunidades de empleo, formación y emprendimiento no tradicionales (Mariette, Koome & Wamuyu, 2025).

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar una aplicación que ayude a los jóvenes a encontrar empleos compatibles con sus estudios, mejorando su preparación e inserción al campo laboral mediante herramientas prácticas para entrevistas, currículums y llenado de solicitudes, fomentando su desarrollo académico y profesional.

Objetivos específicos

- Desarrollar herramientas dentro de una aplicación que permitan orientación sobre el llenado de documentos laborales, preparación para entrevista y búsqueda de empleos cercanos o con horarios flexibles.
- Implementar una estrategia de marketing para dar a conocer la aplicación entre los jóvenes, utilizando las redes sociales y la colaboración con instituciones educativas y empresas.
- Evaluar la funcionalidad y utilidad de la aplicación mediante la retroalimentación de usuarios jóvenes, para garantizar que responda a sus necesidades y facilite su inserción laboral.

METODOLOGÍA

La metodología de la presente investigación contiene una estructura para garantizar el abordaje de manera sistemática sobre el estudio de la inserción laboral juvenil tomando en cuenta los contextos educativos. Es por ello, que el apartado describe cuáles son las decisiones metodológicas adoptadas en la recopilación y análisis de la información empírica que permite sustentar la pertinencia de una aplicación tecnológica denominada Job-in, orientada para el fortalecimiento de la empleabilidad de los estudiantes.

El enfoque, diseño y las técnicas de investigación van acorde a la necesidad de la obtención de los datos de manera confiable tomando en cuenta las experiencias laborales, las dificultades el acceso del empleo y la percepción que tienen los estudiantes sobre el uso de las herramientas digitales en el proceso de transición de escuela-trabajo. Por lo anterior, la metodología considera las características de la población estudiada y el contexto educativo en el que se desarrolla los actores de estudio, tomando en cuenta los procedimientos éticos y las herramientas de fácil acceso. Tomando como base el marco metodológico para la sustentabilidad del análisis de resultados de la discusión de hallazgos obtenidos.

La presente investigación se realiza bajo un enfoque cuantitativo, debido a que analiza y describe una problemática sobre la inserción laboral juvenil partiendo de datos numéricos obtenidos mediante el instrumento estructurado, como es el cuestionario o encuesta bajo la estructura de Guttman en respuestas de Si y No las cuales permiten que no se de ambigüedad. Este enfoque permite medir las percepciones, experiencias y necesidades de los jóvenes en relación con el empleo y el uso de tecnología.

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que no se manipulan las variables, permitiendo que se observe como ocurre en los fenómenos dentro de su contexto natural. También es transversal, debido a que la información se recolectó en un solo momento del tiempo.

El alcance de la investigación es descriptiva partiendo de la toma de las características y las condiciones de la inserción laboral de los jóvenes, el nivel de la empleabilidad, tomando en cuenta la percepción en relación a la pertinencia que tiene una aplicación tecnológica Job-in sin establecer las relaciones causales.

La población se conformó por jóvenes estudiantes de nivel medio superior y superior, encontrándose actualmente en el proceso de formación académica, siendo el potencial que se pueda incorporar al mercado laboral.

La muestra considera la fórmula de poblaciones finitas, al no contar con un número exacto de estudiantes que cumplen con estas características.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra
- Z = nivel de confianza (1.96 para 95 %)
- p = probabilidad de éxito (0.5)
- q = probabilidad de fracaso (0.5)
- e = margen de error (0.05)

Sin embargo, la investigación utiliza una muestra a conveniencia seleccionando a los participantes por medio de la accesibilidad y la disponibilidad para poder responder la encuesta, lo cual se desarrolla de una manera natural en los estudios exploratorios y descriptivos en el ámbito social y educativo.

Para la técnica de recolección de datos fue empleada la encuesta, aplicada por medio de Google Forms de manera digital, facilitando el acceso a los participantes, manejando la sistematización automática de la información.

El instrumento consistió en un cuestionario de 20 preguntas diseñado bajo la escala de Guttman con respuestas de sí y no, las cuales fueron organizadas de forma progresiva y estructurada con seis dimensiones relacionadas con: la experiencia laboral, inserción laboral, empleabilidad, orientación laboral, uso de tecnología y la pertinencia hacia el proyecto.

La sistematización permite que los datos se analicen mediante herramientas de hojas de cálculo de Google de una manera organizada.

Para el desarrollo del análisis de datos se llevó a cabo un estadístico descriptivo, utilizando las frecuencias y los porcentajes que arrojan cada uno de los ítems del cuestionario. Debido a que la escala de Guttman, permite el análisis de la coherencia de las respuestas para poder identificar los patrones de una manera progresiva de acuerdo a la percepción y la experiencia que puedan tener los jóvenes respecto al tema de la inserción laboral y el uso de la tecnología.

Los resultados permitieron un análisis al ser presentados por medio de gráficas y de tablas lo cual genera que la interpretación sea clara y objetiva de toda la información recabada. Éste tipo de metodología facilita la identificación de las necesidades, las problemáticas, así como las áreas de oportunidad que se pueden fundamentar en relación a la pertinencia del proyecto Job-in como estrategia tecnológica de apoyo a la empleabilidad juvenil

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado presenta los resultados que se obtuvieron a partir de la aplicación del instrumento de recolección de datos de la población estudiada. El análisis se realizó con base en la información recopilada mediante la encuesta de escala de Guttman, permitiendo identificar tendencias, patrones acumulativos y las percepciones de los jóvenes en torno a su experiencia laboral, así como las dificultades en la inserción al

mercado de trabajo y la aceptación de la aplicación Job-in como una estrategia de apoyo hacia la empleabilidad juvenil.

La encuesta en escala de Guttman fue aplicada a 62 jóvenes estudiantes de nivel medio superior y superior, mediante Google Forms.

Los resultados evidencian de una manera clara las tendencias respecto a la inserción al ámbito laboral juvenil, la empleabilidad y la percepción de los estudiantes del uso de la tecnología como una estrategia de apoyo.

Tabla 1

Inserción laboral y experiencia previa

Indicador	Si (%)	No (%)
Ha buscado empleo siendo estudiante	85.5	14.5
Ha tenido al menos un empleo remunerado	46.6	53.2
Ha trabajado mientras estudiaba	100	0
Ha tenido dificultades para combinar trabajo y estudio	41.9	58.1

Nota: Elaboración propia (2025).

Los resultados demuestran que la mayoría de los estudiantes representados por el 85.5% ha buscado un empleo, el 53.2% no ha tenido una experiencia laboral que sea remunerada, se confirma que existe la dificultad para acceder al primer empleo. Sin embargo, el 100% reportó haber trabajado mientras estudiaba, reflejando la necesidad económica informativa de buscar incorporarse de manera temprana al área del mercado laboral.

Tabla 2

Dificultades para la inserción laboral

Indicador	Si (%)	No (%)
Considera difícil conseguir empleo siendo estudiante	87.1	12.9
La falta de experiencia ha sido un obstáculo	62.9	37.1
Ha rechazado empleos por incompatibilidad de horarios	45.2	54.8

Nota. Datos obtenidos a partir de una encuesta en escala de Guttman a estudiantes de nivel medio superior y superior.

En la tabla 2, representado por 87.1% considera que es difícil conseguir un empleo cuando se es estudiante, y el 62.9% identifica la falta de experiencia como el principal obstáculo, casi la mitad ha llegado a rechazar empleos debido la incompatibilidad con sus horarios escolares, evidenciando la escasa oferta laboral adaptada a los estudiantes.

Tabla 3

Empleabilidad y orientación labora

Indicador	Si (%)	No (%)
Ha recibido orientación laboral en su institución	41.9	58.1
Considera que la orientación laboral mejora oportunidades	95.2	4.8
Desea recibir mayor apoyo para prepararse laboralmente	95.2	4.8

Nota. Resultados derivados del instrumento de recolección de datos diseñado para analizar la inserción laboral juvenil y la aceptación de la aplicación Job-in.

Más de la mitad de los estudiantes representados por el 58.1% no he recibido una orientación laboral por parte de la institución educativa, el 95.2% reconoce la importancia de una brecha entre la necesidad formativa y el apoyo recibido.

Tabla 4

Tecnología y pertinencia de la aplicación

Indicador	Si (%)	No (%)
Ha usado plataformas digitales para buscar empleo	69.4	30.6
Considera que las plataformas no están pensadas para estudiantes	66.1	33.9
Considera necesaria una app para jóvenes	96.8	3.2
Usaría una aplicación como Job-in	96.8	3.2

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de la encuesta aplicada a estudiantes. Instrumento estructurado en escala de Guttman (n = 62).

Los datos anteriores muestran una alta aceptación representada por el 96.8% hacia una aplicación especializada para los jóvenes, respaldando la pertinencia del proyecto Job-in.

Lo anterior confirma que la inserción laboral juvenil continúa siendo una problemática, especialmente para aquellos estudiantes sin experiencia previa. El alto porcentaje de jóvenes que ha buscado empleo, se encuentran frente al bajo nivel de experiencia remunerada, lo cual coincide con lo señalado por la

Organización Internacional del Trabajo (2013), que identificó la falta de experiencia como uno de los principales factores a los que se enfrenta el desempleo juvenil.

La percepción es generalizada al tener dificultad para conseguir empleo y la necesidad de rechazar ofertas por incompatibilidad horaria, respaldando los hallazgos de Torres-López et al (2017), al mencionar que el proceso de transición que existe entre la escuela - trabajo pueden ser inciertas y a su vez marcadas por expectativas que no son realistas. En este estudio, la incertidumbre se ve reflejada en la aceptación de empleos precarios que presentan una imposibilidad de incorporarse al mercado laboral de una manera formal.

Respecto al uso de la tecnología, la mayoría ha utilizado plataformas digitales para buscar empleo, pero no satisfacen plenamente en la necesidad de los jóvenes estudiantes, además de que algunas de ellas dependen de la adecuación al perfil del usuario. Job-in responde a esta limitante al proponer una herramienta diseñada específicamente para jóvenes en contextos educativos.

Los hallazgos tienen relevancia en el ámbito social, educativo y tecnológico evidenciando la necesidad de estrategias innovadoras que faciliten inserción juvenil al área laboral.

CONCLUSIONES

La investigación permitió realizar un análisis de manera empírica sobre la problemática de la inserción laboral juvenil en los estudiantes que cursan el nivel medio superior y superior, valorando la pertinencia del desarrollo de una aplicación tecnológica denominada Job-in como una estrategia para apoyar la empleabilidad de los jóvenes. Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada en escala de Guttman a 62 estudiantes, evidencia por medio de patrones claros y consistentes, la existencia de las barreras estructurales, formativas y tecnológicas en el proceso la transición de la escuela al trabajo.

Dentro de los aliados más relevantes es que un porcentaje significativo de estudiantes han intentado incorporarse en algún momento al mercado laboral durante su etapa formativa, sin embargo, la mayoría manifestó no haber tenido un empleo formal o haber enfrentado dificultades para poder conseguirlo.

Este resultado confirma el interés por trabajar mientras se estudia, pero no se traduce en una oportunidad real para ingresar al mercado laboral. La falta de experiencia previa es el principal obstáculo y además coincide con la percepción generalizada que dificulta acceder a un empleo siendo estudiante. Los datos reflejan una problemática estructural que limita el desarrollo profesional de manera temprana y obliga a muchos jóvenes a postergar la incorporación al mercado laboral o aceptar los empleos precarios.

Así mismo, se muestra que una parte considerable de los encuestados no ha recibido una orientación laboral por parte de su institución educativa. Debido a este tipo de carencia es particularmente relevante, la ausencia del acompañamiento y de una preparación para el trabajo que incrementa la incertidumbre, reforzando las

expectativas laborales poco realistas y reduciendo las posibilidades de una inserción laboral que sea efectiva. La investigación evidencia que la formación académica por sí sola, no garantiza la empleabilidad si no es acompañada por estrategias de orientación, desarrollo de habilidades laborales y de un conocimiento del mercado de trabajo.

En relación con el uso de la tecnología, la información obtenida indica que aunque los jóvenes han recurrido plataformas digitales para buscar empleo, estas herramientas no responden a sus necesidades específicas como estudiantes. La falta de plataformas especializadas que puedan considerar variables como son los horarios escolares, el nivel educativo, la experiencia limitada, se traduce en procesos de búsqueda que no sean efectivos, generando desmotivación. Este hallazgo, pone de manifiesto que se abre una brecha entre la oferta tecnológica existente y las condiciones reales de los jóvenes en la etapa de formación.

Uno de los resultados más relevantes del estudio, es el alto nivel de aceptación de una aplicación que se ha diseñado específicamente para jóvenes estudiantes, considerando la herramienta digital enfocada en la empleabilidad juvenil y manifestando la disposición para utilizar una aplicación como Job-in para la búsqueda de empleo y preparación laboral. Confirmando la pertinencia del proyecto y respaldando su viabilidad social, educativa y tecnológica así como la aceptación observada en la escala de Guttman reforzando la percepción y una necesidad real no cubierta.

En el ámbito educativo el hallazgo de que las instituciones educativas incorporen la orientación laboral, enfocada en las habilidades blandas y en la preparación para el trabajo desde etapas tempranas dentro de la formación académica. En este sentido, Job-in puede complementarse con programas institucionales de orientación y capacitación laboral.

Alguna de las limitantes del estudio se encuentra el uso de muestra por conveniencia, lo que restringe los resultados a otros contextos educativos. No obstante, esta limitación no invalida los hallazgos debido a que son patrones observados de manera consistente con la literatura existente y refleja tendencias ampliamente documentadas en el tema del empleo juvenil.

Además los resultados obtenidos permiten realizar recomendaciones para desarrollar investigaciones posteriores que permitan la evaluación de la implementación de una manera de piloto de Job-in y estudiar el impacto en la inserción laboral real de los jóvenes, permitiendo ampliar la muestra a distintos contextos educativos y regiones del país, así como realizar un análisis sobre la percepción de empleadores respecto a la contratación de estudiantes mediante plataformas especializadas. Esta línea de investigación permitirá poder fortalecer el proyecto y generar una evidencia con un diseño de políticas públicas y programas educativos orientados al empleo juvenil.

En conclusión, esta investigación confirma que la inserción laboral en la actualidad continúa siendo un gran desafío. Los hallazgos respaldan la necesidad de estrategias innovadoras como Job-in, que integran la tecnología, permitiendo la orientación información laboral para mejorar las oportunidades de los jóvenes estudiantes y contribuye hacia una transición más equitativa y afectiva de la escuela al trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Becker, G. S. (1993). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education* (3rd ed.). University of Chicago Press
- Castells, M. (2010). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura. Vol. I: La sociedad red* (2ª ed.). Alianza Editorial.
- Dakduk, S., González, L., & Malavé, J. (2008). El significado del trabajo, la socialización laboral y los valores laborales. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 24(1), 49–68.
- De Jesús, M., & Ordaz, J. L. (2018). *Juventud, trabajo y precariedad laboral en México*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- De Jesús, M., & Ordaz, M. (2006). Valores laborales en adolescentes. *Revista Mexicana de Psicología*, 23(2), 65–72.
- Đorđević, B. (2025). *Impact of the digital skills on employability*. *Economics*, 13(7), 196.
- Farrell, O., & Hartline, M. (2021). *Marketing strategy*. Cengage Learning
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2019). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson Education.
- Mariette, M. N., Koome, P., & Wamuyu, T. W. (2025). *Exploring the potential of digital technology in addressing youth unemployment in Africa: A scoping review*. *African Multidisciplinary Journal of Research*, 1(1), 489–503.
- Márquez, S. (2017). *Juventud y empleo: Retos y perspectivas en el contexto latinoamericano*. Universidad Autónoma Metropolitana.

OECD. (2024). *OECD youth policy toolkit*. OECD Publishing.

<https://doi.org/10.1787/74b6f8f3-en>

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons

Organización Internacional del Trabajo. (2020). *Global employment trends for youth 2020*. OIT

Silberschatz, A., Galvin, P. B., & Gagne, G. (2018). *Operating system concepts (10th ed.)*. Wiley.

Torres-López, T. M., Acosta-Fernández, M., & Aguilera-Velasco, M. de J. (2017).

Representaciones sociales del empleo y desempleo en jóvenes de bachillerato sin trayectoria laboral. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(1), 83–95.

Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2020). *Measuring digital development: Facts and figures 2020*. ITU.

EXPLORANDO LAS COMPETENCIAS HEUTAGÓGICAS EN CONTEXTOS DE APRENDIZAJE VIRTUAL

EXPLORING HEUTAGOGICAL COMPETENCIES IN VIRTUAL LEARNING CONTEXTS

Autor:

Prisca Vianey Jiménez-Carpinteyro¹

RESUMEN:

El presente artículo aborda la problemática detectada y observada en el desempeño académico, esta investigación doctoral tuvo como objetivo realizar un comprensión y exploración del nivel de competencias heutagógicas al analizar cómo viven e interpretan esto los estudiantes de licenciaturas y posgrados inscritos en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) en modalidad online; bajo una metodología cualitativa se aplicaron una serie de instrumentos que permitieron diagnosticar dimensiones clave como la autonomía, autogestión, la autorregulación, la capacidad para identificar necesidades de aprendizaje. Tenemos claro que la carencia de estas habilidades genera limitaciones en la construcción de conocimiento, en la interacción de los contenidos y en la resolución de problemas, lo que repercute directamente en la calidad de la formación universitaria. Se explorará la experiencia subjetiva a través de entrevistas y encuestas, la percepción e interpretación para diagnosticar el nivel de desarrollo de competencias heutagógicas, que aporten una visión integral sobre las fortalezas y áreas de oportunidad de los estudiantes, los resultados serán de gran ayuda para vincularlas con el diseño de estrategias institucionales y pedagógicas, para favorecer la capacidad de aprendizaje autodirigido.

PALABRAS CLAVE: Heutagogía, estudiantes adultos, autonomía, autorregulación, aprendizaje autodirigido

ABSTRACT

The present article addresses the problem identified and observed in students' academic performance. This doctoral research aimed to conduct a diagnostic assessment to explore the level of heutagogical competencies by understanding how undergraduate and graduate students enrolled in the Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) in the online modality experience and interpret these competencies. Using a qualitative methodology, a series of instruments were applied to assess key dimensions such as autonomy, self-management, self-regulation, and the ability to identify learning needs. It is recognized that the lack of these skills generates limitations in knowledge construction, engagement with learning content, and problem-solving processes, directly affecting the quality of university education. The subjective experience of students will be explored through interviews and surveys, analyzing their

¹Prisca Vianey Jiménez-Carpinteyro Doctorante en Liderazgo Educativo OIDAESA prisca201449@gmail.com

perceptions and interpretations to assess the level of development of heutagogical competencies and to provide a comprehensive view of students' strengths and areas for improvement. The findings are expected to support the design of institutional and pedagogical strategies aimed at fostering self-directed learning capacity.

Keywords: Heutagogy, Adult learners, Autonomy, Self-regulation, Self-directed learning

INTRODUCCIÓN

La educación superior virtual ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, ofreciendo una alternativa flexible para estudiantes adultos que necesitan gestionar sus aprendizajes de manera autónoma, sin embargo, es preocupante la baja permanencia en algunos programas de licenciatura y maestría en esta modalidad, se ha observado que algunos estudiantes no logran completar sus asignaturas, otros desertan, lo que refleja una serie de desafíos relacionados con el desarrollo de competencias necesarias para el éxito de quienes se inscriben a cursos en esta modalidad.

El ideal es que los estudiantes que se inscriben cuenten con algunas competencias como la autonomía, la autogestión, la autorregulación, la responsabilidad, la motivación, la autodisciplina, las metas claras, la disposición, el uso de estrategias metacognitivas y la gestión efectiva de tiempo y recursos, además habilidades digitales como el dominio de herramientas tecnológicas, la comunicación efectiva en entornos virtuales y la gestión de la información. El problema radica cuando no se han desarrollado estas habilidades, ya que representa una barrera significativa que afecta tanto el desempeño académico como la permanencia estudiantil. La heutagogía, centra su atención en el desarrollo de competencias metacognitivas y autorreflexivas que permitan al estudiante no solo adquirir conocimientos, sino también gestionar su proceso de aprendizaje de forma independiente y adaptativo. En este sentido, el diagnóstico en este contexto educativo virtual permitirá actuar como una herramienta clave para identificar fortalezas y áreas de oportunidad individuales con el fin de diseñar estrategias personalizadas que potencien estas competencias. Al respecto la UNESCO, dirá que ninguna meta educativa debería considerarse lograda a menos que se haya logrado para todos. (UNESCO 2015, pág. 3), razón por la cual centro esta investigación con tanto interés. Basándose en los autores Hase y Kenyon (2000), ellos destacaron que la heutagogía se caracteriza por ser autodeterminada y autodirigida, promoviendo la autonomía del estudiante. En esta misma línea, Rojas (2026) planteó que los procesos heutagógicos favorecen ambientes de aprendizaje basados en la confianza, lo que fomenta la autonomía y una construcción significativa del conocimiento. Según el autor “la dinámica de aprendizaje heutagógico se distingue porque el contexto ontológico se construye en un ambiente laboral o se aprende mientras se hace lo que se está aprendiendo, para la auto transformación del discente y el facilitador” (pág.11).

Realizar una exploración inicial permite identificar el grado en qué los estudiantes poseen estas competencias, lo cual posibilita diseñar estrategias pedagógicas y de acompañamiento acordes a sus necesidades reales, de esta manera favorece la transición de enfoques andragógicos a modelos heutagógicos, más acordes con la flexibilidad, la personalización y las habilidades que requieren estos entornos virtuales. Sobre todo, al reconocer tempranamente fortalezas y áreas de oportunidad, las instituciones pueden implementar intervenciones oportunas que incrementan la permanencia y el éxito académico de los estudiantes.

Entre los motivos que justifican el análisis, en primer lugar saber si los estudiantes dominan habilidades como el aprendizaje autodirigido, el uso de tecnologías educativas, el trabajo colaborativo, la resolución de problemas; en segundo lugar identificar el grado en qué poseen dichas competencias para reconocer fortalezas y áreas de oportunidad; un tercer motivo radica en la prevención del abandono o deserción, evitando la frustración, y en cuarto lugar, evaluar estas competencias desde el ingreso favorecerá una formación universitaria centrada en el estudiante.

MARCO TEÓRICO

Heutagogía:

Precedentes

A lo largo de la historia, materiales como piedra, madera, tela, papiros y tablillas de barro han sido utilizados para transmitir información, constituyendo las primeras formas de educación a distancia, al permitir la comunicación sin la necesidad de la presencia física de quien deseaba transmitir un mensaje. La invención de la imprenta marcó un punto de inflexión al democratizar el acceso a la información a través de los libros. Desde sus inicios, la educación a distancia ha evolucionado significativamente. En sus primeras etapas, se basaba en el intercambio de correspondencia. Posteriormente, tecnologías como la radio y la televisión ampliaron las posibilidades de aprendizaje remoto. Sin embargo, fue con la era digital que esta modalidad alcanzó su máximo desarrollo, aprovechando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para ofrecer experiencias de aprendizaje más interactivas y accesibles (Moore y Kearsley, 2011).

Los antecedentes de la educación online se remontan a la década de 1960, cuando el avance de la tecnología, especialmente el internet, permitió la creación de universidades que ofrecen educación superior accesible desde cualquier lugar y en cualquier momento. Según Rogers (2000), la transición de un modelo tradicional en el aula hacia el aprendizaje a distancia basado en TIC representa un cambio de paradigma en la manera en que las instituciones abordan la enseñanza y el aprendizaje.

Kramarae (2001) señala que la educación a distancia plantea desafíos para estudiantes, docentes e instituciones, debido a la falta de interacción presencial y a la necesidad de adaptar estrategias pedagógicas.

El concepto incluye diversas etiquetas, como aprendizaje en línea, educación virtual y aprendizaje electrónico, todas las cuales describen sistemas de comunicación entre estudiantes, maestros y recursos de aprendizaje cuando no comparten un espacio físico.

Jardines (2009) clasifica la evolución histórica de la educación a distancia en tres generaciones:

- Primera generación: Educación por correspondencia, caracterizada por el uso de libros de texto y cuadernillos enviados por correo, con poca o ninguna interacción entre estudiantes e instructores.
- Segunda generación: Cursos a distancia mediante audios, videos, radio y televisión, donde el instructor actúa como mediador entre el estudiante y los materiales de aprendizaje.
- Tercera generación: A partir de los años 80, con tecnologías satelitales y redes que facilitaron la comunicación e interacción entre estudiantes e instructores mediante videoconferencias y otros recursos.

En los años 90, la expansión del internet impulsó un enfoque más constructivista, utilizando este medio como herramienta educativa clave (Passerini y Granger, 2000).

La flexibilidad temporal y espacial de la educación online ha resultado especialmente relevante en un mundo globalizado y digital (Allen y Seaman, 2017). Sin embargo, enfrenta retos como la falta de interacción directa, las brechas digitales y la necesidad de estrategias pedagógicas adaptadas (Conrad y Donaldson, 2011).

Otro desafío significativo es la necesidad de replantear los modelos pedagógicos tradicionales, especialmente para atender las necesidades de los estudiantes adultos, quienes representan un segmento creciente en la educación superior. Knowles (1980) define la andragogía como "el arte de ayudar a los adultos a aprender", diferenciándose de la pedagogía, enfocada en la enseñanza infantil.

La permanencia estudiantil en entornos virtuales es crucial para el éxito de la educación online. Factores como la motivación, la interacción social, el apoyo académico y emocional, así como la calidad de los recursos educativos, juegan un papel fundamental en la retención y éxito académico de los estudiantes (Tinto, 1975).

Como podemos observar, la educación online ha revolucionado el acceso al conocimiento, pero su desarrollo y consolidación requieren enfrentar desafíos tecnológicos, pedagógicos y sociales. La calidad educativa, la formación docente y la inclusión tecnológica son elementos esenciales para garantizar su efectividad y sostenibilidad en el futuro.

Es importante distinguir los términos relacionados con la educación. Durante mucho tiempo, el concepto de pedagogía se generalizó para referirse a todo el proceso educativo, abarcando tanto la enseñanza de niños como de adultos. Sin embargo, fue el alemán Alexander Kapp quien, en 1833, utilizó por primera vez el

término andragogía para describir la práctica educativa de Platón con sus discípulos. Estos no eran niños, sino jóvenes y adultos que seguían sus enseñanzas.

FUNDAMENTOS DE LA HEUTAGOGÍA

En el contexto de la educación de adultos en entornos virtuales, el término heutagogía se considera especialmente adecuado. Este enfoque pedagógico se centra en el aprendizaje autodirigido y autónomo, donde los estudiantes asumen la responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje, convirtiéndose en los principales agentes de su desarrollo educativo. Una de las razones por las que los adultos buscan una formación continua es su motivación intrínseca para aprender, impulsada por metas personales y profesionales claras. La heutagogía les permite ejercer un mayor control sobre su aprendizaje, adaptándolo a sus necesidades, intereses y experiencias previas.

Otra razón importante es que los adultos suelen orientar sus aprendizajes hacia aplicaciones prácticas en sus contextos laborales. Están comprometidos con su desarrollo profesional y la actualización de sus competencias, dado que el mundo laboral está en constante evolución. En este sentido, la heutagogía fomenta un aprendizaje significativo y transferible, que responde a las demandas del entorno laboral. Según Graterol (2017), la heutagogía, vista desde una perspectiva más profunda, se enfoca en estudiantes autodidactas, especialmente en un contexto de cambios tecnológicos acelerados que brindan mayores oportunidades para crear y desarrollar nuevas competencias.

La heutagogía encuentra terreno fértil en entornos educativos online, donde la flexibilidad y diversidad de recursos permiten a los estudiantes asumir un papel activo en la construcción de su conocimiento. La implementación efectiva de la heutagogía en entornos virtuales requiere un diseño pedagógico que fomente la autodirección y la colaboración (Canning, E. 2010)

OBJETIVO GENERAL

Comprender la experiencia vivida de los estudiantes de modalidad online respecto al desarrollo de competencias heutagógicas, a partir del análisis fenomenológico de sus percepciones sobre la autonomía, la autogestión y el aprendizaje autodirigido.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explorar cómo los estudiantes experimentan y significan la autonomía, la autogestión, la autorregulación y la capacidad de aprendizaje autodirigido dentro de la modalidad online.
- Interpretar las experiencias y percepciones de los estudiantes para identificar necesidades, fortalezas y desafíos asociados al desarrollo de competencias heutagógicas.
- Proponer estrategias pedagógicas fundamentadas en la comprensión fenomenológica de las experiencias estudiantiles que favorecen la autonomía y la autorregulación del aprendizaje.

METODOLOGÍA

Para esta investigación se optó por un método fenomenológico, con un enfoque cualitativo, de forma que se pueda proporcionar una comprensión más completa del fenómeno estudiado, buscando comprender la experiencia vivida de las personas y los significados que le atribuyen. A propósito, Ortíz, F. y García, M. del P. (2000) citan que partiendo de la concepción de método como un “orden sistemático”, el método es un orden, un camino, y a veces pasos escalonados. (pág. 29). Se utilizaron encuestas y cuestionarios para entrevistas estandarizadas para medir el nivel de competencias heutagógicas de los estudiantes. Esto permitirá obtener datos para interpretar sobre aspectos como la autonomía, la autorregulación y la capacidad de aprendizaje autodirigido, permitirá evaluar las percepciones y evaluaciones de los estudiantes respecto a sus habilidades.

1. Fase Cualitativa:

Población:

Concepto: Estudiantes adultos que estudian en alguna modalidad virtual.

Propósito: Extraer datos sobre el tema previsto, para obtener conclusiones

Muestra:

Concepto: Estudiantes inscritos en modalidad Online UPAEP ciclo 2023-2025.

Propósito: Se define a continuación:

A) Se realizó una entrevista a 30 estudiantes.

B) Se realizó una entrevistas semiestructuradas a dos estudiantes seleccionados mediante muestreo intencional: Una estudiante de maestría que no aprobó la asignatura y un estudiante de licenciatura que desertó

C) Encuesta a 40 estudiantes sobre el concepto de “Aprendizaje autodirigido”

Instrumento narrativos de recolección de datos:

A) Entrevista a 30 estudiantes

Proceso: Se envió vía correo electrónico la entrevista

Tabla 1 Entrevista que se aplicó a 30 estudiantes

1.-	¿Cómo describiría su experiencia personal aprendiendo en modalidad online?
2.-	¿Qué papel considera que tiene usted en su propio proceso de aprendizaje?
3.-	¿En qué momentos siente que mayor responsabilidad sobre su aprendizaje?
4.-	¿Cómo identifica lo que necesita aprender antes, durante de una asignatura?
5.-	Describe una situación dónde haya tenido que aprender algo por iniciativa propia
6.-	¿Cómo organiza su tiempo para cumplir con actividades académicas online?

7.-	¿De que manera busca recursos adicionales para aprender?
8.-	¿Cómo reflexiona sobre sus errores o dificultades académicas?
9.-	¿Cómo aplica lo aprendido en su contexto profesional o laboral?
10.-	¿Ha generado nuevos conocimientos a partir de lo aprendido?
11.-	Desde su experiencia ¿Cómo ha transformado la modalidad online su manera de aprender y de concebirse como estudiante de posgrado?

Nota: evidencia del instrumento de recolección de datos, once preguntas para su realización.

Los resultados obtenidos a través de la entrevista aplicada a los estudiantes, refleja las tendencias comunes que nos permitieron identificar tanto fortalezas como áreas de oportunidad en el desarrollo de competencias para el aprendizaje.

Metas claras

Motivación

Gestión efectiva de tiempo

Comunicación: carecen de inmediatez y a veces claridad

El vaciado de información refleja que, aunque los estudiantes reconocen la importancia de avanzar en sus estudios, presentan carencias

B) Entrevista a dos estudiantes: Estudiante” H” desertó de licenciatura y estudiante “M” que no acreditó maestría:

Tabla 2: Entrevista personal a dos estudiantes

1.-	¿Cómo organizas tus tiempos de estudio considerando los diferentes roles que desempeñas en tu vida cotidiana (trabajo, familia, estudios, etc.)?
2.-	¿Qué dificultades encuentras para cumplir con las actividades académicas en los plazos establecidos?
3.-	¿Qué tipo de trabajos o actividades académicas te resultan más demandantes o difíciles de realizar en la modalidad online?
4.-	¿Qué estrategias utilizas cuando una actividad requiere un proceso de investigación más profundo?
5.-	¿De qué manera te aseguras de realizar las lecturas y tareas asignadas de manera constante?
6.-	¿Qué tan fácil o difícil te resulta cumplir con las actividades sin que alguien externo te lo recuerde?
7.-	¿Consideras necesario contar con una figura externa (docente, tutor, asesor) que te recuerde plazos y tareas? ¿Por qué?
8.-	¿Qué tipo de acompañamiento te ayudaría a mejorar tu desempeño en los estudios online?

Nota: Elaboración propia

En las respuestas predominó

Falta de tiempo

No organizar sus tiempos antes tantos roles que desempeñan

Los trabajos que requerían una investigación profunda

Ambos estudiantes expresaron que requerían de una figura externa que les recordara constantemente la revisión de lecturas, la realización de tareas y el cumplimiento de plazos.

C) Encuesta a 40 estudiantes online sobre el concepto de “Aprendizaje autodirigido”. Este término engloba las competencias heutagógicas

- Proceso: 1. Se realizó el análisis a partir de la recopilación de datos para obtener los datos cualitativos.
2. Se codificaron esos datos para agrupar información relacionada.
3. Se identificaron los temas a partir de la agrupación para la identificación más profunda.
4. Interpretación y creación de significados para una comprensión completa y contextualizada de los datos

Obteniendo los siguientes resultados

Definición parcial del concepto

La mayoría pudo identificar el término “aprendizaje” como un proceso de adquisición de conocimientos, pero mostraron limitaciones al integrar la noción de “autodirigido”. En varios casos se interpretó únicamente como “aprender solo”, sin reconocer la importancia de la planificación, la autorregulación o la toma de decisiones.

Asociación con independencia

Aproximadamente la mitad de los participantes relaciona el concepto con la capacidad de trabajar sin depender del docente.

Falta de precisión en la autorregulación: Pocos estudiantes incluyeron en su definición elementos clave como establecer metas, organizar el tiempo o evaluar su propio progreso.

Algunos lo asocian con asumir responsabilidades.

Tabla 3 Categorías emergentes sobre la comprensión del aprendizaje autodirigido en estudiantes de maestría online

Categoría emergente	Ejemplo de respuesta	Interpretación analítica
Aprendizaje=adquirir conocimientos	“es cuando aprendes cosas nuevas”	Definición general no vinculada a procesos autónomos
Autodirigido=Trabajar solo	“es aprender sin maestro” “hacer las tareas solo”	Se asocia con soledad que con gestión autónoma
Independencia y responsabilidad	“es hacerse cargo de los estudios” “ser responsable de lo que aprendes”	Hay un inicio de comprensión hacia la autonomía de manera básica

Autorregulación y metas	Muy pocas menciones “organizar tiempos”	Esta noción está poco presente, indica un área de oportunidad para fortalecer la competencia
-------------------------	--	--

Nota. Elaboración propia a partir del análisis de datos cualitativos y del marco conceptual de aprendizaje autodirigido

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través de la encuesta aplicada a los estudiantes reflejan tendencias comunes que permiten identificar tanto fortalezas como áreas de oportunidad en el desarrollo de competencias para el aprendizaje en modalidad online. Entre los aspectos positivos, destaca que los estudiantes manifestaron contar con **metas claras** respecto a su formación académica, así como una **motivación constante** para alcanzar sus objetivos profesionales y personales. Este hallazgo evidencia una disposición favorable hacia el aprendizaje permanente y el compromiso con su desarrollo educativo.

Sin embargo, en los aspectos que representan un desafío, se observa que, aunque los estudiantes reconocen la relevancia de organizar su tiempo de manera adecuada, aún presentan limitaciones en la **gestión efectiva del tiempo**. Esta dificultad repercute directamente en la planeación y cumplimiento oportuno de tareas, especialmente cuando deben equilibrar diversos roles personales, familiares y laborales.

Asimismo, se identificaron dificultades en el ámbito de la **comunicación académica**, ya que los estudiantes señalaron que, en ocasiones, esta carece de inmediatez y claridad. Tal situación puede obstaculizar la comprensión de instrucciones, la interacción con docentes y compañeros, así como el flujo oportuno de información dentro del entorno virtual de aprendizaje; el vaciado de información refleja que, si bien los estudiantes muestran un compromiso genuino con sus estudios, persisten carencias en competencias clave como la autogestión del tiempo y la comunicación efectiva, lo cual constituye un reto para el fortalecimiento de sus competencias heurísticas y el éxito académico en estos entornos virtuales.

El análisis conjunto de los resultados de la encuesta y de las entrevistas realizadas a los estudiantes de licenciatura y maestría en modalidad online permitió identificar coincidencias y complementariedad en los hallazgos.

Por su parte, en las entrevistas realizadas a dos estudiantes, se profundizó en aspectos que explican dichas dificultades. Los entrevistados señalaron la falta de tiempo y la imposibilidad de organizar adecuadamente sus actividades ante la multiplicidad de roles que desempeñan. De igual forma, identificaron como desafío adicional los trabajos que demandan una investigación profunda, los cuales requieren un esfuerzo mayor en términos de análisis y sistematización de información. De manera coincidente, ambos expresaron la necesidad de contar con una figura externa que les recuerde constantemente la realización de tareas, la revisión de lecturas y el cumplimiento de plazos, lo que evidencia carencias en autonomía y autorregulación del aprendizaje.

La encuesta aplicada a 40 estudiantes en modalidad online acerca del concepto de aprendizaje autodirigido permitió identificar percepciones diversas en torno a las competencias heutagógicas que este término implica. A partir del análisis cualitativo, la codificación y la agrupación de datos, emergieron cuatro categorías principales:

1. Autonomía en el aprendizaje: La mayoría de los estudiantes relacionaron el aprendizaje autodirigido con la capacidad de tomar decisiones sobre su propio proceso formativo, estableciendo prioridades y metas personales.
2. Gestión del tiempo: Un número considerable de respuestas hizo énfasis en la dificultad de organizar adecuadamente los tiempos de estudio frente a la multiplicidad de roles familiares, laborales y personales.
3. Responsabilidad y disciplina: Los estudiantes señalaron la importancia de ser constantes en el cumplimiento de tareas y lecturas, aunque varios admitieron que aún dependen de recordatorios externos para mantener el ritmo académico.
4. Uso de recursos tecnológicos: Algunos participantes destacaron que la modalidad online demanda habilidades para seleccionar, analizar y aplicar recursos digitales, lo que constituye un reto para quienes no poseen competencias sólidas en el manejo de la tecnología educativa.

DISCUSIÓN

Los resultados reflejan que, si bien los estudiantes reconocen el aprendizaje autodirigido como un componente esencial de la educación virtual, aún se observan carencias en competencias clave para su consolidación. La autonomía y la responsabilidad aparecen como valores reconocidos, pero no plenamente ejercidos, lo cual concuerda con hallazgos previos de estudios sobre educación online que señalan la dificultad de los adultos para sostener un aprendizaje completamente autodirigido.

La gestión del tiempo se configura como una de las mayores limitaciones, ya que el equilibrio entre múltiples roles dificulta la planificación académica. Este aspecto se vincula directamente con la necesidad de fortalecer la autorregulación, competencia central de la heutagogía. Asimismo, la dependencia de recordatorios externos evidencia que los estudiantes aún requieren apoyo en la transición de un modelo andragógico a uno heutagógico, donde el control del proceso de aprendizaje recaiga en ellos mismos.

Con respecto al uso de la tecnología educativa emerge como una dimensión crítica. Aunque se reconoce su importancia, no todos los estudiantes muestran las habilidades necesarias para aprovecharla plenamente, lo que plantea la necesidad de diseñar estrategias formativas que potencien la alfabetización digital como condición indispensable para el aprendizaje autodirigido.

CONCLUSIONES

Por lo tanto y en relación al cumplimiento del objetivo general se puede concluir que la investigación realizada hasta el momento permitió identificar con claridad que los estudiantes de licenciatura y maestría en modalidad online presentan limitaciones significativas en el desarrollo de competencias heutagógicas, particularmente en lo referente a la gestión del tiempo, la autorregulación del aprendizaje y el uso estratégico de la tecnología educativa. Si bien muestran metas claras y motivación para continuar con sus estudios, estos factores no resultan suficientes para sostener un aprendizaje verdaderamente autodirigido.

Los hallazgos confirman la dependencia de apoyos externos como tutores, docentes o recordatorios institucionales, como un elemento que restringe la autonomía de los estudiantes y dificulta la transición de un enfoque andragógico hacia uno plenamente heutagógico. Asimismo, se reconoce que los trabajos que implican investigación profunda representan un desafío adicional, ya que demandan competencias de autogestión y pensamiento crítico que aún no están consolidadas en la mayoría de los participantes. Las implicaciones de estos resultados son relevantes para el diseño y la mejora de programas educativos en modalidad virtual. En primer lugar, ponen de manifiesto la necesidad de implementar diagnósticos iniciales de competencias heutagógicas para identificar áreas de oportunidad en los estudiantes desde el ingreso. En segundo lugar, sugieren la pertinencia de diseñar estrategias pedagógicas y tecnológicas que fortalezcan la autonomía, la alfabetización digital, el aprendizaje colaborativo y la autorregulación.

En cuanto a las aplicaciones, esta investigación aporta un marco práctico para que las instituciones educativas desarrollen programas de acompañamiento y formación orientados a la consolidación del aprendizaje permanente en estudiantes adultos. De igual modo, brinda insumos para reflexionar sobre el papel de los docentes y tutores en la facilitación de la transición de la andragogía a la heutagogía.

Las líneas de investigación futura podrían centrarse en: (a) diseñar y validar instrumentos de diagnóstico específicos de competencias heutagógicas, (b) evaluar el impacto de estrategias pedagógicas basadas en el aprendizaje colaborativo y en problemas en entornos virtuales, y (c) explorar la relación entre competencias digitales y desarrollo de la autonomía en estudiantes adultos. Todo esto con miras a mejorar la formación en entornos virtuales y orientar futuras investigaciones en el área.

Bibliografía

Blaschke, L. M., & Marin, V. (2020). *Aplicaciones de la heutagogía en el uso educativo de e-portfolios*. Revista de Educación a Distancia (RED), 20(64). <https://doi.org/10.6018/red.407831>

Conrad, D., y Donaldson, J. A. (2011). *Engaging the Online Learner: Activities and Resources for Creative Instruction*. Jossey-Bass.

Garrison, D.R., y Vaughan, N.D. (2008). *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. Jossey-Bass.

Granados, L. (2015). *La integración de la tecnología en la educación superior: nuevas propuestas pedagógicas*.

Hase, S., y Kenyon, C. (2000). From andragogy to heutagogy. *UltiBase Articles*, 2(1), 1-10

Jardines, F. J. (2009). Desarrollo histórico de la Educación a distancias. *Innovaciones negocios* 6(2):222-236,2009. <http://eprints.uanl.mx/12521/1/A5.pdf>

Kramarae, C., 2001. *Third shift: Women learning online*. Washington, DC, EE. UU.: American Association of University Women Educational Foundation. ISBN: 1879922290.

Malpica, F. (23 de abril de 2013). *Panel de Innovación y Liderazgo. (Foro internacional de Educación “innovación y liderazgo, repensando la universidad”)*. UPAEP

Marín, V., Moreno, J. y Negrete, F. (2012). Modelos educativos para la gestión de la información en educación superior: una experiencia de curación de contenidos como estrategia metodológica en el aula universitaria. *EDUtec, Revista*

Morales, F., y Rebolledo, R.A. (2019). Educación universitaria y formación permanente desde una perspectiva heutagógica y andragógica.

Moore, M.G., y Kearsley, G. (2011). *Distance Education: A Systems View of Online Learning*. Wadsworth Cengage Learning.

Infante Otero, D. (2022). *Pedagogía, tecnología y engagement para la educación corporativa en Colombia*. Universidad de los Andes.

Laura, R. (2015). *Heutagogía: aprender a cambiar en la madurez. Los nuevos “aprendices”*: Constructores, Creadores, Conectores. CIIDECH.

Limón Mendizábal, Ma R., De-Juanas Oliva, Á. y Rodríguez-Bravo, A. E.

(2021). Educación social de personas adultas y mayores: desafíos ante la covid-19.

Educació Social. Revista d'Intervenció Socioeducativa, 78, p. 129-149.

Ortiz, F. y García, M. del P.(2000). *Metodología de la investigación. El proceso y sus técnicas*. Limusa

Pérez, R., Partida, J., Pérez, T. y Mena, E. (2016). Modelos educativos contemporáneos asistidos por las tecnologías de la información y comunicación. *Revista de Educación y Desarrollo*, (39), 91-98.

Recuperado http://www.cucs.udg.mx/revistas/edu_desarrollo/anteriores/39/39_Perez.pdf.

Pescador, B. (2014). ¿Hacia una sociedad del conocimiento? *Revista Med*, 22(2), 6-7. Recuperado de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562014000200001from

<https://www.qualitymatters.org/about>.

Rogers, D. L., 2000. A paradigm shift: Technology integration for higher education in the new millennium. *Educational Technology Review*, 13, 19-27, 33.

Rosado, M. A. (2003). *Metodología de la Investigación y Evaluación*. Trillas

Rovai, A.P. (2003). In search of higher persistence rates in distance education online programs. *The internet and Higher Education*, 6(11), 1-16.

Rubio, N., Guillermo, C. y Prieto, M. (2007). Enfoque andragógico en el proceso instrucción. Nueva perspectiva para la educación virtual. Technical Report: ResearchGate.net, 1-12. Recuperado de <http://www.researchgate.net/publication/266143693>

Tapia, A., & León, A. (2013). *La integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje*.

Tomlinson, C.A. (2001). How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms. ASCD.

Tinto, V. (1975). Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89-125.

**FACTORES QUE INCIDEN EN LA DISORTOGRAFÍA EN ALUMNOS DE PRIMER GRADO DE LA
SECUNDARIA N.º 310 EN COZOYOAPAN, GUERRERO**

*FACTORS THAT INFLUENCE DYSORTHOGRAPHY IN FIRST-GRADE STUDENTS OF SECONDARY
SCHOOL NO. 310 IN COZOYOAPAN, GUERRERO*

Autores

Roxaneyda Sabino Cautivo¹, Celiflora, Guadalupe Romero², Mayrén Hilario Castillo³, Raul Mejia Ramirez⁴

RESUMEN

La disortografía es un trastorno de aprendizaje que afecta la escritura correcta de los estudiantes, la disortografía no está relacionada con la inteligencia, sino con múltiples factores que impiden la correcta escritura en alumnos, cabe mencionar que la correcta ortografía es una parte esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante, esta localidad es destacada por ser indígena, se habla la lengua materna conocida como amuzgo y por lo tanto hemos relacionado y por lo tanto es uno de los factores principales de la disortografía puesto que la mayoría de los alumnos que presentan dicho problemática hablan la lengua materna, presentándose con mayor frecuencia en el primer grado de la escuela secundaria técnica #310 en Cozoyoapan, Guerrero. Este estudio tiene como objetivo identificar los factores que inciden en este problema, posteriormente analizarlo y diseñar las estrategias pedagógicas más efectivas para mejorar la ortografía en alumnos diagnosticados con disortografía. Se empleó un enfoque cualitativo con diseño exploratorio-descriptivo y de observación, seleccionando una muestra de 30 alumnos del primer grado de secundaria. Se aplicaron diversas actividades como palabras intrusas y homófonas para detectar la disortografía con el fin de conocer su percepción sobre los alumnos y los factores que inciden en la aparición de este trastorno, complementadas con entrevistas y encuestas a docentes para identificar factores que inciden en este trastorno. Los resultados indican que la implementación de estrategias específicas mejora significativamente la ortografía de los estudiantes afectados, destacando la importancia de la intervención temprana y la capacitación docente en técnicas pedagógicas adecuadas.

PALABRAS CLAVE: Disortografía, estrategias pedagógicas, intervención educativa, ortografía, secundaria

ABSTRACT

Dysorthography is a learning disorder that affects students' ability to write correctly. It is not related to intelligence, but rather to multiple factors that hinder students' ability to write correctly. It is worth

¹ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec. sabinoroxaneyda@gmail.com

² Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec. guadalupecely04@gmail.com

³ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec. mayren_h@hotmail.com

⁴ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec. raul_mejia81@yahoo.com.mx

mentioning that correct spelling is an essential part of the student's learning process. This locality is notable for its indigenous population, where the native language is Amuzgo. Therefore, we have identified this as one of the main factors contributing to dysorthography, since most of the students with this problem speak their native language. It is most frequently observed in the first year of secondary school at Technical Secondary School #310 in Cozoyoapan, Guerrero. This study aims to identify the factors that contribute to this problem, analyze it, and design the most effective pedagogical strategies to improve the spelling of students diagnosed with dysorthography. A qualitative approach with an exploratory-descriptive and observational design was used, selecting a sample of 30 first-year secondary school students. Various activities, such as identifying intruder words and homophones, were used to detect dysorthography and to understand students' perceptions of the disorder and the factors that contribute to its development. These activities were complemented by interviews and surveys of teachers to identify contributing factors. The results indicate that implementing specific strategies significantly improves the spelling of affected students, highlighting the importance of early intervention and teacher training in appropriate pedagogical techniques.

KEYWORDS

Dysorthography, pedagogical strategies, educational intervention, spelling, secondary school

INTRODUCCIÓN

El problema de la disortografía se define como un inconveniente en el desarrollo de la escritura que agrede a la cognición en el alumno y hace que su comprensión significativa sea todo un reto. Asimismo, afecta al cumplimiento de las reglas ortográficas y, por ende, la transmisión del legado referente al código lingüístico (Ortiz, 2024).

Esta investigación aborda el tema de factores que influyen en la disortografía en alumnos de primer grado de la secundaria #310 en Cozoyoapan, Guerrero. Tiene el objetivo de identificar los factores causantes de la disortografía en dichos alumnos y de diseñar y aplicar actividades estratégicas que una mejora en las dificultades identificadas.

La elección de este tema y de este grupo se debe a la necesidad de conocer los factores que causan la disortografía en los alumnos, debido que en varias generaciones pasadas se ha presentado de manera frecuente el problema de la disortografía y por tal razón se dio por realizar esta investigación.

La metodología implementada en esta investigación es de manera cualitativa, porque se basa en: teorías, actividades estratégicas, observación y análisis, sin la necesidad de utilizar números, es una metodología muy practica y eficiente que muchos autores utilizan para sus investigaciones.

La necesidad de este estudio surge porque la disortografía afecta tanto el aprendizaje como la confianza de los alumnos, por lo que es importante atenderla desde los primeros grados de secundaria. Sus beneficios se

centran en diseñar estrategias que mejoren la ortografía, fortalezcan las competencias comunicativas y sirvan de apoyo a otros docentes.

El proyecto resulta relevante y pertinente al responder a una problemática concreta de la comunidad escolar, y su impacto radica en que puede aplicarse a generaciones futuras. Diversos antecedentes muestran que la disortografía tiene causas cognitivas, pedagógicas y socioemocionales, lo que refuerza la importancia de intervenir oportunamente.

En conclusión, esta investigación busca comprender los factores que influyen en la disortografía de los alumnos de primer grado de la secundaria #310 de Cozoyoapan, Guerrero, y proponer estrategias que favorezcan su aprendizaje y su capacidad de comunicación escrita.

MARCO TEÓRICO

La disortografía se refiere a la dificultad significativa en la transcripción del código escrito de forma inexacta, es decir, a la presencia de grandes dificultades en la asociación entre el código escrito, las normas ortográficas y la escritura de las palabras. De esta forma las dificultades residen en la asociación entre sonido y grafía o bien en la integración de la normativa ortográfica, o en ambos aspectos. La disortografía a pesar de que a menudo va ligada a la Dislexia o a la Disgrafía se debe de entender como una entidad aparte, aunque resulta especialmente frecuente su asociación a la disgrafía (Serrano, 2010).

2.2 Características

Las características más comunes de la disortografía son: confusión de fonemas y grafemas, faltas de ortografía, dificultades similares a las de los alumnos con dislexia, problemas en la codificación de palabras, errores al copiar, inversión de sílabas, recortes u omisión de letras, conjugaciones incorrectas de verbos, errores en el análisis de textos y lentitud. Estas dificultades reflejan cómo el trastorno afecta tanto la precisión como la fluidez de la escritura, impactando el rendimiento académico y la capacidad de comunicación escrita (Valle, 19).

2.3 Causas

La disortografía no tiene una sola causa; es el resultado de varias combinaciones de factores:

- Causas de tipo intelectual: generadas por un retraso en la adquisición de la ortografía básica asociadas a otro tipo de dificultades más relevantes como el procesamiento de la información.
- Causa pedagógica: debido a la utilización inadecuada de enseñanza ortográfica en función al estilo cognitivo del alumnado.
- Causas lingüísticas: dificultades en la adquisición del lenguaje, debido a problemas articulatorios o por conocimiento o uso del vocabulario. Estas dificultades articulatorias pueden causar problemas en la percepción del sonido y, por lo tanto, en la comprensión de un grafismo.

- Causas perceptivas: esta puede deberse a problemas visuales o auditivos que afectan la memoria visual y auditiva, así como la orientación espacial o temporal (Briceño & Bascur Vega, 2020).

2.4 Tipos de disortografía

Existen varios tipos de disortografía, que se clasifican según los tipos de los errores que puede cometer una persona al momento de escribir, a continuación, se presentan:

- Disortografía temporal: relacionada con la percepción del tiempo de aspectos sónicos de los fonemas y la sucesión de las palabras que mencionamos.
- Disortografía perceptivo–kinestésica: dificultad en la pronunciación de los fonemas; generalmente se produce una sustitución de una letra por otra. Por ejemplo: “r” por la “l”.
- Disortografía disortocinética: dificultad que se presenta en la organización de las grafías a la hora de escribir, lo que provoca fallas en la redacción.
- Disortografía visoespacial: mala orientación espacial de grafemas, lo que provoca giros y rotaciones de “b/d” y “d/q” del mismo modo se verá el reemplazo de las consonantes “m”, “n” y vocales.
- Disortografía dinámica: problemas en la construcción de las oraciones, hay dificultad en la concordancia entre género y número.
- Disortografía semántica: alteración de significado o concepto de las palabras, errores de unión y fragmentación de palabras, o uso incorrecto de signos diacríticos u ortográficos.
- Disortografía cultural: dificultad para aprender las reglas ortográficas que se han establecido en un contexto determinado, estas son: la acentuación, uso de la grafía “h”, de la “b” y “v”, etc. (Briceño & Bascur Vega, 2020).

2.5 ANTECEDENTES

En el Ecuador, el nivel educativo atraviesa múltiples problemas de aprendizaje destacando para esta investigación la disortografía que abarca diversas dificultades que se manifiesta en la escritura con omisión de letras y sílabas; confusión de letras de forma y sonido semejante, la inversión de letras, entre otros, debido a estos problemas se ocasionan diversas causas como el déficit en el conocimiento y uso de las reglas ortográficas, problemas en la lectura y dificultades en el lenguaje hablado, produciéndose bajo rendimiento académico (Macas & Riofrio Flores, 2024).

En un estudio desarrollado en Ecuador, plantearon ofrecer tácticas pedagógicas con el fin de elevar la competencia escrita. El diseño de investigación adoptado fue de carácter descriptivo con un enfoque mixto. Además, emplearon encuestas y una revisión bibliográfica como instrumentos metodológicos, además, la población estuvo compuesta por todos los alumnos del noveno año de la institución en estudio. En los resultados se pudo evidenciar que las malas tácticas de enseñanza causan problemas en los estudiantes y

esto se ve reflejado en las fallas que estos presentan en la escritura de palabras, donde, además, más del 40 % de estos tuvo problemas en el uso de las tildes y con las reglas. Por lo que se concluyó que tácticas aprobadas pueden ayudar de manera significativa a los alumnos y esto conllevaría al buen uso de palabras “agudas, graves y esdrújulas” (Cajo, 2024).

Según la información recopilada de los programas de intervención utilizados en otros países, es importante señalar que se debe incentivar al estudiantado por medio de distintas acciones concretas que contribuyan a reducir su dificultad, de tal forma que se desarrolle el hábito de la lecto escritura, ya sea por medios tradicionales o por la aplicación de tecnología. Promover estas actividades capacita, tanto al profesorado, como al estudiantado ante las eventuales dificultades que puedan surgir en el proceso de enseñanza y aprendizaje, dotarlos de herramientas contribuye a la superación del trastorno de disortografía, por eso es recomendable realizar actividades de socialización, como foros o charlas que aborden el tema y entreguen información precisa a la comunidad educativa acerca de la incidencia negativa de este trastorno en el aprendizaje de la escritura (Otondo, 2020).

OBJETIVO GENERAL

Identificar los factores causantes de la disortografía y sus características, en los alumnos de primer grado de la escuela secundaria N.º 310 en Cozoyoapan, Guerrero, con la finalidad de proponer nuevas actividades estratégicas para la mejora en las dificultades identificadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a los alumnos de primer grado de secundaria de Cozoyoapan, Guerrero, que presentan el problema de la disortografía.
- Analizar la relación entre el nivel fonológica y el desempeño ortográfico de los alumnos de primer grado de secundaria de Cozoyoapan, Guerrero.
- Diseñar y aplicar actividades estratégicas en los alumnos de primer grado de secundaria de Cozoyoapan, Guerrero que presentan el problema de la disortografía buscando lograr una mejora.
- Evaluar y comparar la efectividad de las actividades estratégicas aplicadas en los alumnos de primer grado de secundaria de Cozoyoapan, Guerrero.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó con un enfoque cualitativo, centrado en explorar y analizar información de los alumnos y maestros sin necesidad de utilizar números, buscando comprender los factores que influyen en la disortografía y su impacto en la escritura. El diseño adoptado fue exploratorio-descriptivo, ya que permite identificar y describir los factores que afectan la disortografía y analizar los resultados obtenidos en el grupo seleccionado.

La población estuvo conformada por 60 alumnos del primer grado de secundaria de Cozoyoapan, Guerrero, de los cuales se seleccionó una muestra del 50% (30 alumnos), con 15 alumnos de cada grupo, priorizando aquellos con mayores dificultades en la escritura.

Para la detección de disortografía se aplicaron actividades como palabras intrusas y palabras homófonas, mientras que para la identificación de factores se realizaron entrevistas y encuestas a los maestros y observación directa en el aula durante el desarrollo de las actividades.

La sistematización de los datos se realizó mediante gráficas y tablas, registrando las respuestas correctas e incorrectas de cada alumno, lo que permitió determinar el nivel de afectación en función de los errores cometidos. El análisis fue cualitativo y descriptivo, interpretando los resultados de las actividades, entrevistas y observaciones, identificando patrones de errores y factores recurrentes que influyen en la disortografía. Por tratarse de una investigación cualitativa, no se aplicaron tratamientos estadísticos complejos, aunque se utilizaron conteos simples y porcentajes descriptivos para ilustrar el desempeño de los alumnos y facilitar la interpretación de los resultados.

RESULTADOS

Los resultados revelaron que los factores fonológicos y lingüísticos inciden en los alumnos de la escuela secundaria técnica #310 debido que son hablante de la lengua amuzgo es por eso que la mayoría tiene dificultad de comprender de manera correcta la ortografía y pronunciar de manera correcta la mayor parte de las palabras en español y, pedagógicos por falta de materiales en la escuela y de estrategias didácticas o pedagógicas, factores emocionales puesto que en la etapa de la adolescencia suelen surgir inconvenientes entre compañeros de clases lo cual los adolescentes en esta etapa le dan mucha importancia y esto los lleva a los problemas emocionales y factores de memoria se manifiestan en errores como la confusión de las letras homófonas como la v/b, dificultad para recordar y recuperar la forma correcta de escribir una palabra, estos factores inciden de manera significativa en la disortografía en alumnos de primer grado.

Mediante la actividad “palabras intrusas” se detectó que: el 80% de los estudiantes presentaron un nivel avanzado de disortografía y el 20% de los estudiantes mostraron un nivel leve. Este hallazgo evidencia la urgencia de implementar estrategias pedagógicas adaptadas a las necesidades de los estudiantes, que favorezcan el fortalecimiento de la escritura y reduzcan los niveles de disortografía

CONCLUSIÓN

Se concluye que en la escuela secundaria N.º310 en cozoyoapan, Guerrero, es necesario abordar de manera más profunda la disortografía con la finalidad de desarrollar estrategias didácticas que fortalezcan las competencias escritas en estudiantes que presentan la disortografía. una intervención oportuna mediante estrategias didácticas contextualizadas contribuye de manera significativa a mejorar la escritura de los

estudiantes y a fortalecer el aprendizaje en educación secundaria. La disortografía en los alumnos de primer grado de la Escuela Secundaria N.º 310 de Cozoyoapan, Guerrero, se presenta en distintos niveles, influida principalmente por factores lingüísticos, fonológicos, perceptivos, de memoria, pedagógicos y emocionales. El abordaje de esta problemática desde una perspectiva integral permitirá mejorar el desempeño académico y ofrecer a los estudiantes mayores oportunidades de éxito escolar.

BIBLIOGRAFÍA

América, P. d. (29 de 05 de 2024). *Pueblos de América*. Obtenido de

<https://mexico.pueblosamerica.com/i/cozoyoapan/>

Briceño, M. O., & Bascur Vega, C. (20 de Agosto de 2020). Disortografía y métodos educativos .

Historia Mexicana, 9-11. Obtenido de

[file:///C:/Users/ROXANEYDA%20SABINO/Downloads/christianvergara,+Revision+disortografica_Segunda+armada%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ROXANEYDA%20SABINO/Downloads/christianvergara,+Revision+disortografica_Segunda+armada%20(1).pdf)

Cajo, G. E. (21 de Mayo de 2024). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN*. Obtenido de

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN:

<https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ec22dd4b-07fa-460a-b024-20c7095408ff/content>

Flores, M. M. (Agosto de 2020). Guía didáctica para la reducción de la disortografía en

estudiantes de derecho. *Revista Ecuatoriana de Psicología*, 127. Obtenido de

<file:///C:/Users/ROXANEYDA%20SABINO/Downloads/articulo-4-repsi-n6v3.pdf>

Guzmán, A. F. (14 de julio de 2025). Actividades económicas de Cozoyoapan. (R. S. Cautivo,

Entrevistador)

Macas, A. Y., & Riofrio Flores, R. A. (01 de Noviembre de 2024). *Revista latinoamericana de*

ciencias sociales y humanidades. Obtenido de LATAM Revista:

<https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2906>

Martín, T. Z. (14 de Julio de 2025). Servicios educativos. (R. S. Cautivo, Entrevistador)

Ortiz, D. X. (2024). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO*. Obtenido de

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13359/1/L%20Diana%20X.%20La%20disortograf%20en%20el%20proceso%20de%20la%20escritura%20de%20los%20estudiantes%20de%20la%20Unidad%20Educativa%20Jos%20Mar%20>

Osorio, M. A., & Patiño Maldonado, O. H. (16 de Julio de 2025). *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*. Obtenido de Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión:

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/11246/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Otondo, M. y. (2020). Disortografía y métodos de intervención educativa. *Praxis Pedagógica*, 23-24. Obtenido de

[file:///C:/Users/ROXANEYDA%20SABINO/Downloads/christianvergara,+Revision+disortografica_Segunda+armada%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ROXANEYDA%20SABINO/Downloads/christianvergara,+Revision+disortografica_Segunda+armada%20(2).pdf)

Serrano, C. R. (julio de 2010). *Temas para la educación*. Obtenido de <https://disfam.org/wp-content/uploads/2023/06/disortografia-1.pdf>

Valle, C. V. (2020 de Agosto de 19). *PSIGE-Psicología*. Obtenido de

<https://www.psigecv.com/post/disgraf%C3%ADa-y-disortograf%C3%A>

GESTIÓN EN LA EXPERIENCIA DE CONSUMO EN TIENDAS DE DULCES TÍPICOS

MANAGEMENT IN THE CONSUMPTION EXPERIENCE OF TRADITIONAL MEXICAN SWEETS SHOPS

AUTORES

Karla Coré Moreno Cortés¹, María Guadalupe Morales Espíndola², María Martha del Socorro Romano Cadena³, María del Refugio García Alarcón.⁴

RESUMEN

La gestión de empresas de dulces típicos poblanos es un factor esencial para fortalecer la experiencia de consumo y optimizar la satisfacción del cliente, especialmente ante el creciente enfoque en marketing gastronómico. Las estrategias de marketing gastronómico juegan un papel fundamental al resaltar la historia y la calidad artesanal de los dulces, creando una experiencia diferenciada para los visitantes y una conexión emocional con la cultura local. La gestión eficiente, basada en el conocimiento profundo de las preferencias y motivaciones del consumidor, permite ajustar los procesos internos y brindar soluciones innovadoras que favorecen el retorno y la recomendación. En consecuencia, una adecuada integración entre gestión, experiencia de consumo y marketing gastronómico genera mayor satisfacción y contribuye al desarrollo sostenible de las tiendas de dulces típicos poblanos, asegurando su permanencia y competitividad en el mercado. El objetivo central del estudio fue analizar las características de consumo y factores que influyen en la selección de los clientes de las principales tiendas de dulces típicos poblanos, con el fin de proponer recomendaciones y estrategias que permitan fortalecer la experiencia de compra y aumentar la demanda, a partir de una gestión más eficiente de los procesos y del conocimiento del cliente. Los hallazgos sugieren que las estrategias de mercado deben centrarse en fortalecer la oferta artesanal, ampliar la variedad y diseñar campañas segmentadas que destaquen la tradición y la vinculación emocional, especialmente para captar la atención del segmento joven y adulto emergente en la ciudad de Puebla.

PALABRAS CLAVE: Gestión, Dulces Típicos Poblanos, Experiencia de Consumo, Marketing Gastronómico, Satisfacción del Cliente

ABSTRACT

The management of enterprises specializing in traditional Puebla sweets is a pivotal factor in enhancing the consumer experience and optimizing customer satisfaction, particularly given the growing prominence of

¹ Karla Coré Moreno Cortés, karla.morenoc@correo.buap.mx, <https://orcid.org/0000-0001-5673-2428>

² María Guadalupe Morales Espíndola guadalupe.moralesesp@correo.buap.mx <https://orcid.org/0000-0002-1579-6318>

³ María Martha del Socorro Romano Cadena martha.romano@correo.buap.mx, <https://orcid.org/0000-0002-2402-0933>

⁴ María del Refugio García Alarcón smary_2003buap@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2184-3838>

gastronomic marketing. Gastronomic marketing strategies assume a central role by emphasizing the historical significance and artisanal excellence of these products, thereby offering visitors a distinctive experience and fostering a profound emotional connection with the region's cultural heritage. Effective management, informed by a thorough understanding of consumer preferences and motivations, enables the refinement of internal processes and the implementation of innovative solutions that promote customer retention and positive word-of-mouth. Accordingly, a strategic integration of management, consumer experience, and gastronomic marketing leads to increased satisfaction and supports the sustainable development of traditional sweet shops, securing their continued relevance and competitiveness in the market.

The principal objective of this study was to analyze the consumption patterns and the factors influencing customer choices in leading traditional sweet shops in Puebla, with the aim of formulating recommendations and strategies to strengthen the purchasing experience and stimulate demand. The approach was grounded in more efficient management practices and enhanced knowledge of the customer base. The findings suggest that marketing strategies should prioritize the strengthening of the artisanal offering, expansion of product variety, and development of segmented campaigns that underscore tradition and emotional appeal—particularly to engage the emerging young and adult demographic segments within the city of Puebla.

INTRODUCCIÓN:

La gestión de la experiencia de consumo en tiendas de dulces típicos mexicanos constituye una línea de investigación de creciente interés en los ámbitos gastronómico y empresarial. La problemática central se fundamenta en la falta de estrategias de gestión y marketing adecuadas que permitan a los negocios tradicionales adaptarse a entornos competitivos y satisfacer las demandas cambiantes de los consumidores (Rosas Flores, 2022). Muchos productores enfrentan desafíos de acceso a financiamiento, poca asesoría en procesos administrativos y debilidad en la comercialización, lo cual limita su impacto y sostenibilidad (Solunion, 2022; Rodríguez, 2022).

La justificación de esta investigación radica en la necesidad de generar conocimiento aplicado que fortalezca la gestión interna de las tiendas de dulces típicos, permitiendo optimizar sus procesos y establecer diferenciadores en la experiencia de compra. El proyecto es relevante en tanto ofrece beneficios directos al sector artesanal, promueve la preservación del patrimonio culinario y contribuye al desarrollo económico regional mediante estrategias innovadoras de marketing y gestión orientadas al cliente (Lopera, 2022; Sánchez et al., 2007). Así, resulta pertinente abordar el análisis de las motivaciones, preferencias y expectativas del consumidor para impactar

positivamente la satisfacción y la demanda, así como garantizar la sostenibilidad de los negocios tradicionales.

El propósito de este estudio es analizar las características de consumo y los factores que influyen en la selección de los clientes en las principales tiendas de dulces típicos poblanos, con el fin de ofrecer recomendaciones estratégicas y prácticas de gestión eficientes. Entre los antecedentes destacan estudios referentes a la historia, elaboración y comercialización de dulces tradicionales, así como investigaciones sobre el crecimiento económico y el papel de la nostalgia en la decisión de compra (Sánchez et al., 2007; FAO, 2005; Lopera, 2022). La experiencia de consumo, vinculada con la identidad cultural y las emociones, se presenta como eje central para el desarrollo de propuestas que incrementen la competitividad y el éxito de estos negocios (Sánchez, 2022; Lopera, 2022; Rodríguez, 2022).

Los antecedentes académicos sobre dulces típicos mexicanos se han enfocado tradicionalmente en temas como historia, elaboración artesanal, valor cultural y el papel de la nostalgia y identidad en la experiencia de consumo (Sánchez Caro, 2023; Mintz, 2003; Camarena y Sanjuán, 2008). Estas investigaciones demuestran que la tradición y vínculo emocional forman parte del atractivo para consumidores locales y turistas. Asimismo, se reconoce la amenaza de la industrialización, la disminución en la demanda y la pérdida de saberes culinarios, lo que motivó propuestas de difusión y estrategias para preservar la dulcería tradicional (Culinary Art School, 2016).

Sin embargo, existen brechas actuales en la literatura, pues aún son insuficientes los estudios que analizan la gestión eficiente de negocios, el uso estratégico de marketing gastronómico y las prácticas para optimizar la satisfacción del cliente y la experiencia de compra. La literatura destaca la necesidad de abordar temas como profesionalización, innovación en procesos administrativos y adaptación a preferencias de consumidores jóvenes, aspectos poco explorados por investigaciones previas (Sánchez Caro, 2023).

Por tanto, las brechas se relacionan directamente con la falta de análisis aplicado sobre gestión, segmentación de mercado, comunicación estratégica y medición de la experiencia de consumo. El avance de nuevas tendencias y la dinámica del mercado refuerzan la relevancia de estudios que integren marketing, gestión y satisfacción en el entorno real de las tiendas de dulces típicos mexicanos, contribuyendo a soluciones prácticas y sostenibles.

MARCO TEÓRICO:

La gestión en la experiencia de consumo en tiendas de dulces típicos poblanos representa un área emergente en la intersección de la gastronomía y el marketing, con creciente relevancia como recurso turístico cultural (Nieto Mejía, 2020; Barra Hernández & Pérez Martínez, 2020). Históricamente, la dulcería poblana se originó en conventos donde se fusionaron recetas europeas con ingredientes endémicos (Cordero y Torres, 1972; Nieto Mejía, 2020), consolidándose como patrimonio cultural y atractivo turístico que contribuye a la identidad local y la economía regional (Acle-Mena, 2020). A pesar de ello, los negocios de dulces típicos enfrentan desafíos vinculados a la gestión eficiente de procesos, adaptación a mercados cambiantes, y alineación de las estrategias con las expectativas de los clientes (Salazar Duque, 2017; Barra Hernández & Pérez Martínez, 2020).

Las investigaciones más actuales evidencian que la gastronomía tradicional se ha convertido en un factor relevante de decisión y diferenciación entre los consumidores y los visitantes, motivando nuevas líneas de análisis sobre la experiencia de consumo, gestión empresarial y marketing (Nieto Mejía, 2020; Acle-Mena, 2020; Cruz Apaza, 2023; Cárdenas-Damián, 2023). Tal tendencia se refuerza en contextos como Puebla, donde 30 de cada 100 turistas eligen destinos por su riqueza culinaria, entre los que los dulces típicos ocupan un lugar central (Barra Hernández & Pérez Martínez, 2020).

Existen, algunas teorías de marketing, en las que coinciden diversos autores, a continuación, se presenta un resumen de las más reelevantes y que se relacionan con el consumo gastronómico:

La gestión eficiente.- implica el diseño, operación y adaptación de los procesos internos y externos con el fin de maximizar el valor ofrecido al cliente y la rentabilidad del negocio (Kotler & Armstrong, 2013). En tiendas de dulces típicos poblanos, se traduce en la profesionalización de prácticas administrativas, optimización de la cadena productiva y la integración de innovaciones en el servicio (Nieto Mejía, 2020; Barra Hernández & Pérez Martínez, 2020).

La experiencia de consumo.- abarca aspectos tangibles (el producto) e intangibles (el ambiente, la atención, la cultura y las emociones asociadas), que conforman el valor percibido por el cliente (Salazar Duque, 2017; Cruz Apaza, 2023). El cliente no sólo recibe un producto sino una vivencia, influenciada por factores como la autenticidad, la ambientación tradicional y la interacción social.

El marketing gastronómico.- considera la capacidad de los negocios para generar valor diferenciado a través de propuestas que integran cultura, historia, innovación y emocionalidad en el proceso de comercialización (Nieto Mejía, 2020; Cruz Apaza, 2023; Cárdenas-Damián, 2023). El enfoque se desplaza hacia la **creación de experiencias memorables, campañas segmentadas**, uso de narrativas emocionales y

estrategias digitales que posicionan los dulces típicos entre públicos diversos (Cárdenas-Damián, 2023; Cruz Apaza, 2023).

La satisfacción del cliente es un constructo.- central en marketing de servicios y retail. Modelos como el **Índice Europeo de Satisfacción** (ECSI) y el modelo **Kano** proporcionan marcos conceptuales para identificar factores críticos que determinan la satisfacción y fidelización (Bayol et al., 2000; UOC, 2021; Cruz Apaza, 2023). Bayol et al. (2000) destacan variables como expectativas, calidad percibida, imagen y valor, conectadas con consecuencias como la retención del cliente y las recomendaciones positivas. El modelo Kano agrega categorías de calidad y desempeño que permiten priorizar atributos diferenciales, mientras que Kotler y Armstrong (2013) resumen cinco dimensiones: expectativa, servicio recibido, desempeño, experiencias previas y rendimiento percibido.

Booms y Bitner (1981) amplían el concepto de marketing mix al sector servicios incluyendo variable adicionales como **procesos, ambiente y personas**. En gastronomía, esto implica que los dulces típicos como producto se deben entender de manera conjunta con el entorno, la marca, la localización y el ambiente del establecimiento, influyendo en la percepción y satisfacción del cliente (Salazar Duque, 2017).

La Política de Fomento a la Gastronomía Nacional (PFGN) de México respalda el desarrollo competitivo y sostenible de negocios gastronómicos, promoviendo la innovación, profesionalización y el uso estratégico del marketing para fortalecer el turismo culinario y la economía local (Nieto Mejía, 2020). Estas regulaciones incentivan prácticas que faciliten la puesta en valor de los dulces típicos poblanos y favorecen la articulación con otros actores de la cadena productiva (Nieto Mejía, 2020; Barra Hernández & Pérez Martínez, 2020).

La literatura académica señala una transición desde los enfoques tradicionales (historia, cultura y nostalgia) hacia la incorporación de estrategias de gestión y marketing orientadas al consumidor, con énfasis en la experiencia integral y la satisfacción (Cruz Apaza, 2023; Cárdenas-Damián, 2023; Barra Hernández & Pérez Martínez, 2020). Aún existen brechas en el análisis holístico de la gestión de procesos y las preferencias contemporáneas de los consumidores, específicamente respecto a prácticas de marketing, digitalización de la experiencia y segmentación del mercado.

En síntesis, estudiar la gestión en la experiencia de consumo en tiendas de dulces típicos poblanos exige integrar la tradición y la innovación desde fundamentos de marketing gastronómico, satisfacción del cliente y gestión de servicios. Este enfoque busca generar estrategias que impulsen la competitividad, sostenibilidad y el desarrollo cultural y económico, respondiendo a las demandas de los clientes y al potencial del turismo gastronómico.

OBJETIVOS:

El objetivo general de la presente investigación fue analizar las características de consumo y factores que influyen en la selección de los clientes de las principales tiendas de dulces típicos poblanos, con el fin de proponer recomendaciones y estrategias que permitan fortalecer la experiencia de compra y aumentar la demanda, a partir de una gestión más eficiente de los procesos y del conocimiento del cliente.

1. Identificar los antecedentes históricos y culturales de los dulces típicos poblanos, así como las estrategias de marketing gastronómico que inciden en la gestión empresarial de las tiendas.
2. Identificar las principales características demográficas, motivacionales y patrones de consumo de los clientes de tiendas de dulces típicos poblanos, utilizando encuestas estructuradas y análisis estadístico exploratorio.
3. Analizar los factores internos y externos que inciden en la selección y preferencia de compra de dulces típicos poblanos, para proponer estrategias de marketing gastronómico en función de los hallazgos.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en los estudios recopilados se fundamenta en la aplicación de encuestas estructuradas, dirigidas a consumidores visitantes de dulcerías típicas en el centro histórico de Puebla. Los cuestionarios incluyeron preguntas cerradas sobre edad, género, frecuencia de compra, gasto realizado, preferencia de tienda y motivo de compra, permitiendo una caracterización precisa del perfil de consumidor y sus patrones de consumo.

Las encuestas se aplicaron de persona a persona, seleccionando muestras representativas compuestas mayoritariamente por jóvenes y adultos, con inclusión de todos los géneros y sin distinción de nacionalidad, siempre que hubieran realizado una compra en alguna dulcería local. El diseño metodológico asegura validez mediante el uso de preguntas de control y confiabilidad con respuesta consistente entre muestras.

El tamaño de muestra utilizado en estos estudios fue de 385–403 encuestas respondidas, lo que supera el mínimo establecido para obtener resultados representativos de la población objetivo, según los reportes que las investigadoras obtuvieron del programa estadístico RAOSOFT (2004, INC, simple size calculator). Este rango asegura una adecuada precisión estadística para el análisis de preferencias y tendencias de consumo en dulcerías típicas poblanas.

El método de muestreo aplicado fue no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los participantes directamente en las dulcerías ubicadas sobre la Avenida 6 Oriente, en el centro histórico de Puebla. La selección incluyó principalmente consumidores que realizaron compras en estos establecimientos, durante los meses de marzo, abril y mayo de 2025 y que estuvieron disponibles para responder el cuestionario, la

recolección de datos se realizó mediante cuestionarios estructurados administrados por las encuestadoras y auxiliares, a través de teléfonos móviles y Google Forms así como cuestionarios impresos, que se respondieron, directamente en el sitio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La tendencia de consumo de dulces típicos poblanos en la Ciudad de Puebla evidencia un comportamiento distintivo según el grupo etario, con predominancia de jóvenes y mujeres como principales consumidores, reflejando patrones de compra ocasional y una valoración marcada hacia la calidad y variedad del producto. El análisis de los cuestionarios aplicados revela que el mayor volumen de consumidores está concentrado en el rango de 18 a 28/25 años, quienes representan entre el 37.9% y más de 150 de los encuestados de acuerdo con los resultados obtenidos.

Le siguen los grupos de 26/29 a 35/39 años, y posteriormente los adultos de 36/40 a 45/49 años; los consumidores de mayor edad constituyen una minoría significativa en las tendencias observadas. Este patrón sugiere que la tradición dulcera poblana tiene una arraigada relevancia entre los jóvenes adultos, quienes se ven motivados por el disfrute personal y buscan productos que rememoren la tradición familiar y local.

Las tortitas de Santa Clara emergen como el dulce típicamente favorito, seguido por camotes y otros productos como macarrones y borrachitos. La frecuencia de compra indica que el consumo es predominantemente ocasional: un 65% de los encuestados adquiere dulces típicos poblanos entre 1 y 3 veces al año, mientras que el rango de gasto más común se ubica entre \$101 y \$200 pesos mexicanos. Este resultado se observa de modo transversal en las distintas edades, aunque el consumo ocasional es más marcado entre los jóvenes, en tanto los adultos tienden a integrar el producto como un complemento habitual en celebraciones familiares o para compartir, mostrando una mayor fidelización.

La preferencia por presentaciones en paquetes pequeños revela una búsqueda de practicidad, mientras que el aprecio por envolturas artesanales refuerza el valor simbólico y cultural atribuido al producto por los consumidores jóvenes y adultos.

Los motivos de selección de la tienda muestran que la variedad y la calidad son los factores prioritarios en todos los grupos de edad, aunque el grupo joven pone también énfasis en la experiencia general y la reputación derivada de recomendaciones.

El precio, si bien relevante, no constituye el principal motivador de compra, mostrando una disposición a pagar más por productos auténticos y de calidad artesanal. Los adultos mayores valoran, adicionalmente, la atención al cliente y la limpieza de los establecimientos, aspectos que inciden en su nivel de satisfacción.

El patrón de consumo de dulces típicos poblanos destaca por la sólida presencia de consumidores jóvenes, mayoritariamente mujeres, quienes privilegian la experiencia sensorial, la practicidad y el arraigo cultural

del producto. La ocasión de consumo es principalmente regular u ocasional, no asociada a eventos específicos, y la preferencia está orientada a piezas pequeñas y empaques tradicionales. Estos hallazgos sugieren que las estrategias de mercado deben centrarse en fortalecer la oferta artesanal, ampliar la variedad y diseñar campañas segmentadas que destaquen la tradición y la vinculación emocional, especialmente para captar la atención del segmento joven y adulto emergente en la ciudad de Puebla.

El análisis exploratorio permite inferir una correlación positiva entre el rango de edad y la frecuencia de compra regular, así como entre la frecuencia de compra y el gasto promedio. Es decir, los consumidores adultos presentan una mayor recurrencia de compra y una mayor disposición a gastar en productos de alto valor cultural. A su vez, los jóvenes tienden a consumir de modo ocasional y con gasto moderado, lo que sugiere que la fidelización y la inversión económica aumentan conforme crecen los lazos con la tradición y el poder adquisitivo. Se recomienda que en futuros estudios, se realice un análisis estadístico mas profundo, por ejemplo coeficiente de Pearson.

Correlación edad y gasto promedio

El rango más frecuente de gasto se ubica entre \$101 y \$200 pesos. Si bien no se precisa el desglose por edad, los informes sugieren que quienes compren con mayor frecuencia (generalmente adultos) también tienden a gastar más en cada compra. Esto permitiría explorar una correlación positiva entre edad y gasto promedio.

Correlación frecuencia de compra y gasto promedio

Al considerar que la mayoría compra de forma ocasional y en rangos de gasto moderados, se podría analizar si quienes compren con mayor frecuencia están dispuestos a invertir más en cada visita, confirmando una posible correlación positiva entre ambas variables.

CONCLUSIONES:

Estos resultados ofrecen directrices claras para incrementar el éxito y competitividad de una dulcería local en Puebla, permitiendo ajustar la oferta y experiencia al perfil real del consumidor identificado en las encuestas y reportes.

- Segmentación y Orientación de Mercado

La mayoría de los consumidores son jóvenes (18–28 años) y mujeres, con motivaciones principales de disfrute personal, ocasionalidad y vínculo familiar. En consecuencia, es estratégico orientar campañas y productos hacia este segmento, usando canales y mensajes adecuados a sus intereses, preferencias y hábitos digitales.

- Estrategias de Producto y Presentación

Priorizar los productos más populares: Tortitas de Santa Clara, camotes y macarrones, asegurando variedad suficiente, fresca y calidad artesanal autenticada.

Ofrecer principalmente presentaciones pequeñas y prácticas, que respondan al consumo moderado y ocasional predominante (1–3 veces/año). Mantener también envolturas tradicionales que refuercen el valor cultural y emocional del producto.

- **Experiencia en Tienda y Atención**

Mantener altos estándares en calidad, fresca y atención personalizada, ya que la calidad y el servicio son los factores más valorados para la elección de establecimiento y satisfacción del cliente.

Mejorar aspectos físicos como limpieza y tamaño del local si es posible, pues los consumidores los perciben como áreas con potencial de mejora.

- **Comunicación y Promoción**

Presencia activa en redes sociales: Crear y mantener perfiles en Instagram, Facebook y WhatsApp Business para difundir productos, promociones, historia de la dulcería y responder rápidamente a consultas de clientes.

Estimular la recomendación de boca a boca, ofreciendo incentivos para clientes que compartan sus experiencias o recomienden la tienda.

- **Promociones y Fidelización**

Implementar promociones adaptadas al consumo ocasional, como paquetes “para regalar” y “para compartir”, descuentos en eventos específicos (día de la madre, cumpleaños, ferias tradicionales) o tarjetas de fidelidad con recompensas.

Resaltar la marca local y el arraigo cultural, haciendo que la experiencia de compra no solo sea transaccional, sino significativa en términos de identidad poblana.

- **Optimización de Precios y Oferta**

Mantener precios moderados y competitivos en el rango de \$101–\$200 MXN, pero con opciones accesibles para segmentos de menor gasto.

Transparencia en los ingredientes y procesos para reforzar la percepción de calidad y naturalidad, preferida en este mercado.

El uso integral de estos resultados permite que una dulcería se posicione de forma auténtica y estratégica, maximizando su relevancia, captación y fidelidad de clientes en el contexto poblano actual.

Estos hallazgos trascienden el nivel operativo y sugieren acciones estratégicas multinivel para incrementar el éxito y sostenibilidad de una dulcería local en Puebla, con especial énfasis en la adecuada segmentación

de mercado, la renovación de la oferta, la optimización de la experiencia en tienda y la creación de comunidades en torno a la marca.

A partir de los resultados y recomendaciones elaborados, pueden proponerse varias líneas de investigación futuras relevantes para el sector de dulces típicos poblanos y para investigadores interesados en gastronomía, marketing y gestión empresarial, por ejemplo:

1. Analizar el impacto de la adopción de tecnologías digitales (redes sociales, marketing automatizado, inteligencia artificial) en la visibilidad, ventas y experiencia de consumo en tiendas locales.
2. Efectos socioculturales de la dulcería poblana en comunidades urbanas y rurales: Explorar el rol de estas empresas como agentes de preservación de la identidad cultural y social, evaluando diferencias entre contextos urbanos y rurales.
3. Innovación en productos y sostenibilidad ambiental: Investigar nuevas formulaciones, empaques biodegradables y estrategias de economía circular que permitan a las dulcerías adaptarse a exigencias ecológicas y preferencias emergentes del consumidor.
4. Segmentación avanzada y comportamiento del consumidor joven: Profundizar en los factores motivacionales, aspiracionales y de estilo de vida que condicionan la compra de dulces típicos entre consumidores menores de 30 años.
5. Impacto de la colaboración intersectorial en el desarrollo local: Examinar alianzas entre dulcerías, instituciones educativas, turísticos y culturales, evaluando beneficios para la competitividad y promoción del patrimonio poblano.

BIBLIOGRAFÍA

Acle-Mena, R. S., Santos-Díaz, J. Y., & Herrera-López, B. (2020). La gastronomía tradicional como atractivo turístico de la ciudad de Puebla. *Revista Turismo y Sociedad*, 27(1), 237–248.

Barra Hernández, V., & Pérez Martínez, S. I. (2020). La gastronomía poblana como recurso turístico cultural: una reflexión al panorama actual. En A. Nieto Mejía (Ed.), *Gastronomía y turismo: una reflexión cultural* (pp. 132–147). Editorial Fundación Universitaria San Mateo. <https://doi.org/10.7476/9786289558210.0005>

Bayol, F., Dehez, P., Klut, P., & Dufrene, P. (2000). European customer satisfaction index (ECSI). *Journal of Service Marketing*, 14(3), 189–197.

Booms, B. H., & Bitner, M. J. (1981). Marketing strategies and organization structures for service firms. En J. H. Donnelly & W. R. George (Eds.), *Marketing of services* (pp. 47–51). American Marketing Association. <https://www.jstor.org/stable/1251563>

Camarena, D. M., & Sanjuán, A. (2008). Estrategias emocionales en la comercialización de postres tradicionales.

Cárdenas-Damián, D. C. (2023). Comportamiento del consumidor en la valoración y experiencia gastronómica mexicana. *Revista de Administración y Marketing Gastronómico*, 11(2), 145–162.

Culinary Art School. (2016). *Dulces tradicionales de México y su consumo*.

Cruz Apaza, R. A. (2023). Estrategia de neuromarketing gastronómico para mejorar la atención al cliente. *Impulso, Revista de Administración*, 10(2), 60–72.

FAO. (2005). *La dulcería tradicional mexicana*.

Kotler, P., & Armstrong, G. (2013). *Principles of marketing* (15th ed.). Pearson.

Lopera, Y. A. O. (2022). *Prácticas de elaboración y comercialización de dulces tradicionales en México*. Biblioteca Digital Universidad de Antioquia.

Mintz, S. (2003). *Prácticas de elaboración y comercialización de dulces tradicionales*.

Nieto Mejía, A. (2020). *Gastronomía y turismo: una reflexión cultural*. Editorial Fundación Universitaria San Mateo. <https://doi.org/10.7476/9786289558210>

Rodríguez, A. (2022). Productores de dulces típicos mexicanos enfrentan poco acceso a financiamiento.

Rosas Flores, C. (2022). Falta de herramientas financieras, el principal obstáculo para productores de dulces típicos.

Salazar Duque, O. (2017). Visión de la gestión moderna desde la teoría del caos y la transdisciplinariedad. *Universidad y Empresa*, 29(3), 3–4.

Sánchez Caro. (2023). *Marco referencial para el análisis del marketing de nostalgia*.

Sánchez, C. D. K. (2007). *Estudio de la calidad de dulces tradicionales mexicanos comercializados en mercados de la Ciudad de México*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez, G., & Desroiser, J. (1994/1996). *Historia de los dulces típicos mexicanos*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Solunion. (2022). *Delicioso éxito: explorando las tendencias y oportunidades en la confitería mexicana*.

UOC. (2021). *Kano model*. Universitat Oberta de Catalunya.

**IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS
EN ESTUDIANTES DE INFORMÁTICA DEL CONALEP OMETEPEC, GUERRERO**

*IMPACT OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY ON THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE SKILLS IN
COMPUTER SCIENCE STUDENTS AT CONALEP OMETEPEC, GUERRERO*

Autores:

Kristal Dávila Huerta¹, Karla Ivette Vargas Celedonio², Maria Florencia Ángel Montalvan³, Mayrén Hilario Castillo⁴, Raul Mejia Ramirez⁵

RESUMEN

La presente investigación analiza el impacto de la tecnología educativa en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de la carrera de Informática del CONALEP Ometepepec, Guerrero. La educación técnica contemporánea requiere la integración de recursos digitales que fortalezcan el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas. La población total estuvo conformada por 165 estudiantes de cuarto, quinto y sexto semestre. Mediante un muestreo estratificado proporcional, se seleccionó una muestra de 70 alumnos: 24 de cuarto, 25 de quinto y 21 de sexto semestre. La recolección de datos se realizó mediante encuestas estructuradas, y el análisis se desarrolló con técnicas estadísticas descriptivas. Los resultados muestran que la tecnología educativa potencia la comprensión de contenidos, la motivación y la autonomía en el aprendizaje, aunque se identificaron limitaciones en conectividad, acceso a dispositivos y capacitación docente. La investigación evidencia la pertinencia de integrar recursos tecnológicos en la educación técnica, contribuyendo a procesos de enseñanza más efectivos y al desarrollo de competencias acordes con las demandas del siglo XXI.

PALABRAS CLAVE: Tecnología educativa, habilidades cognitivas, estudiantes de informática, aprendizaje, innovación pedagógica

ABSTRACT

This research analyzes the impact of educational technology on the development of cognitive skills in computer science students at CONALEP Ometepepec, Guerrero. Contemporary technical education requires the integration of digital resources that strengthen critical thinking, creativity, and problem-solving. The total population consisted of 165 students in their fourth, fifth, and sixth semesters. Using proportional stratified sampling, a sample of 70 students was selected: 24 from the fourth semester, 25 from the fifth, and 21 from the sixth. Data collection was carried out using

¹ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepepec.

² Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepepec.

³ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepepec.

⁴ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepepec. raul_mejia81@yahoo.com.mx

⁵ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepepec. mayren_h@hotmail.com

structured surveys, and the analysis was performed using descriptive statistical techniques. The results show that educational technology enhances content comprehension, motivation, and autonomy in learning, although limitations were identified in connectivity, access to devices, and teacher training. The research demonstrates the relevance of integrating technological resources into technical education, contributing to more effective teaching processes and the development of competencies aligned with the demands of the 21st century.

KEYWORDS

Educational technology, cognitive skills, computer science students, learning, pedagogical innovation

INTRODUCCIÓN

La educación se encuentra en un proceso de transformación constante debido a la incorporación de tecnologías digitales. La carrera de Informática del CONALEP Ometepepec requiere que los estudiantes desarrollen competencias técnicas y cognitivas que respondan a las exigencias de un mundo globalizado. La integración de la tecnología educativa se presenta como una herramienta clave para fomentar habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y la autonomía.

Este estudio surge de la necesidad de evaluar cómo las herramientas tecnológicas impactan el aprendizaje de los estudiantes, considerando tanto sus beneficios como las limitaciones que enfrentan. Se trabajó con una población de 165 estudiantes, y se seleccionó una muestra de 70 alumnos: 24 de cuarto, 25 de quinto y 21 de sexto semestre, mediante un muestreo estratificado proporcional para garantizar representatividad y precisión en los resultados.

Los objetivos del estudio incluyen analizar el impacto de la tecnología en habilidades cognitivas, identificar herramientas utilizadas, evaluar dificultades en la implementación y proponer estrategias pedagógicas efectivas. La relevancia de la investigación radica en aportar evidencia sobre la pertinencia de integrar recursos tecnológicos en la educación técnica, mejorando la calidad del aprendizaje y preparando a los estudiantes para los desafíos profesionales.

Diversos estudios previos muestran que la tecnología educativa mejora la motivación y la comprensión de conceptos complejos, aunque también evidencian desafíos en infraestructura y capacitación docente, lo que refuerza la necesidad de investigaciones locales. En conclusión, este

estudio busca proporcionar un análisis integral sobre el impacto de la tecnología educativa en estudiantes de informática, con implicaciones para la práctica pedagógica y futuras investigaciones.

MARCO TEÓRICO

La tecnología educativa se define como el conjunto de herramientas, recursos y estrategias basadas en tecnología que se emplean con fines pedagógicos para facilitar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Su aplicación en contextos educativos busca optimizar la adquisición de conocimientos, promover la participación activa de los estudiantes y desarrollar competencias cognitivas y socioemocionales esenciales. Entre las herramientas más comunes se encuentran plataformas digitales, simuladores, software educativo, aplicaciones interactivas, recursos multimedia y aulas virtuales, las cuales permiten al estudiante interactuar con los contenidos de manera dinámica, favoreciendo la comprensión profunda y la retención de información (UNESCO, 2023).

El aprendizaje cognitivo se centra en los procesos mentales involucrados en la adquisición y utilización del conocimiento. Este enfoque destaca la importancia de habilidades como la atención, la memoria, el razonamiento, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. La relación entre tecnología educativa y aprendizaje cognitivo se manifiesta en cómo los recursos digitales facilitan la práctica activa, la retroalimentación inmediata y la personalización del aprendizaje, factores que contribuyen a la consolidación de habilidades cognitivas en los estudiantes (Mayer, 2021).

Entre las teorías de aprendizaje más relevantes para este estudio se encuentra el constructivismo, que sostiene que el conocimiento se construye de manera activa a través de la interacción con el entorno y la reflexión sobre la experiencia. Según Piaget (1972) y Vygotsky (1978), los estudiantes aprenden mejor cuando participan en actividades significativas, resuelven problemas reales y colaboran con sus compañeros. La tecnología educativa proporciona escenarios interactivos que fomentan esta construcción activa del conocimiento. Asimismo, el aprendizaje significativo de Ausubel (2002) enfatiza la importancia de relacionar los nuevos contenidos con los conocimientos previos del estudiante, facilitando la comprensión y la retención. Los recursos tecnológicos, al permitir la visualización de conceptos abstractos y la simulación de situaciones prácticas, apoyan directamente este tipo de aprendizaje.

El estado del arte revela que la implementación de tecnología educativa en la educación técnica y profesional ha generado impactos positivos en el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades cognitivas. Diversos estudios han demostrado que el uso de plataformas virtuales, laboratorios digitales y herramientas de gamificación incrementa la motivación, la autonomía y la participación de los estudiantes (Bond et al., 2024). Sin embargo, también se identifican retos relacionados con la brecha tecnológica, la falta de infraestructura adecuada y la necesidad de capacitación docente para el manejo efectivo de estas

herramientas (UNESCO, 2023). En el contexto del CONALEP, estas condiciones son particularmente relevantes, dado que los estudiantes de informática requieren combinar conocimientos teóricos con habilidades prácticas altamente especializadas.

Desde el punto de vista normativo, la educación técnica en México se rige por la Ley General de Educación y los lineamientos del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (SNET), los cuales promueven la integración de la tecnología como recurso pedagógico para garantizar la calidad y pertinencia de la formación (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2024). En el CONALEP, los reglamentos internos refuerzan la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas en los planes de estudio, asegurando que los estudiantes desarrollen competencias acordes con las demandas del sector productivo y de la sociedad contemporánea (CONALEP, 2024).

La relación entre la tecnología educativa y el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de informática se evidencia en la manera en que los recursos digitales permiten experimentar, analizar y resolver problemas complejos de forma práctica y autónoma. El uso de simuladores, programas de programación y plataformas interactivas facilita la comprensión de conceptos abstractos y promueve el pensamiento crítico, la capacidad de planificación y la toma de decisiones fundamentadas (Mayer, 2021). Además, la retroalimentación inmediata que proporcionan estas herramientas contribuye al aprendizaje autorregulado, al permitir que los estudiantes identifiquen errores, reflexionen sobre sus procesos y ajusten sus estrategias (Schunk, 2020).

En conclusión, la tecnología educativa constituye un elemento clave para el fortalecimiento de las habilidades cognitivas en estudiantes de informática, al ofrecer oportunidades para aprender de manera activa, significativa y contextualizada. Su adecuada integración en los planes de estudio no solo mejora el desempeño académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los retos profesionales del siglo XXI, fomentando competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la autonomía. La evidencia teórica y empírica respalda la implementación de recursos tecnológicos como una estrategia eficaz para potenciar el aprendizaje y garantizar la formación integral de los futuros profesionistas en el área de informática (Cabero-Almenara & Palacios-Rodríguez, 2021; UNESCO, 2023).

OBJETIVO GENERAL:

Analizar el impacto de la tecnología educativa en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de la carrera de Informática del CONALEP Ometepec.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- **Identificar** las herramientas tecnológicas empleadas por los estudiantes durante su proceso de aprendizaje.
- **Evaluar** la influencia de la tecnología en el desarrollo de habilidades cognitivas, como pensamiento crítico, resolución de problemas y creatividad.
- **Examinar** las dificultades que enfrentan estudiantes y docentes en la implementación de recursos tecnológicos.
- **Proponer** estrategias pedagógicas que optimicen el uso de la tecnología educativa para mejorar la formación académica.

METODOLOGÍA

ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN:

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, dado que se buscó medir de manera objetiva la relación entre el uso de la tecnología educativa y el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes. Este enfoque permite generar datos numéricos que facilitan la interpretación y comparación de resultados, así como la identificación de patrones en el comportamiento de los participantes respecto al uso de herramientas digitales.

Diseño y tipo de investigación:

Se empleó un diseño no experimental, descriptivo, porque no se manipularon variables independientes, sino que se observó y registró la realidad existente respecto al uso de la tecnología educativa. La investigación descriptiva permite caracterizar la situación actual, identificar tendencias y generar información confiable para la toma de decisiones pedagógicas.

Población y muestra:

La población estuvo constituida por **165 estudiantes de la carrera de Informática**, distribuidos en cuarto, quinto y sexto semestre. Para garantizar la representatividad, se aplicó un muestreo estratificado proporcional, seleccionándose una **muestra de 70 estudiantes, integrada por 24 de cuarto, 25 de quinto y 21 de sexto semestre**. Este procedimiento asegura que cada semestre esté adecuadamente representado y que los hallazgos reflejen la diversidad del grupo estudiado.

Instrumentos y técnicas de recolección de datos:

Se utilizó una encuesta estructurada, validada por expertos en educación y tecnología, compuesta por ítems cerrados y de opción múltiple, diseñada para evaluar el uso de herramientas tecnológicas y su relación con el desarrollo de habilidades cognitivas. La encuesta abordó dimensiones como frecuencia de uso, tipos de recursos digitales, percepción sobre su eficacia, y dificultades encontradas en el aprendizaje con tecnología.

Sistematización y análisis de datos:

Los datos recopilados se tabularon y se analizaron mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias y porcentajes para cada ítem. Este análisis permitió identificar patrones de uso de tecnología, grado de desarrollo de habilidades cognitivas y principales limitaciones enfrentadas por los estudiantes. Los resultados se interpretaron en función de los objetivos de investigación y se contrastaron con estudios previos y teorías sobre aprendizaje y tecnología educativa.

Ética de la investigación:

Se respetaron los principios éticos, garantizando la confidencialidad de la información y el consentimiento informado de todos los participantes. Los estudiantes participaron de manera voluntaria, asegurando que sus respuestas fueran anónimas y utilizadas únicamente con fines académicos.

Conclusión metodológica:

La combinación de un enfoque cuantitativo, un diseño descriptivo y un muestreo estratificado proporcional permitió obtener información confiable y representativa sobre la influencia de la tecnología educativa en el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes de informática del CONALEP Ometepec. Este diseño asegura que los resultados sean aplicables para orientar estrategias pedagógicas y futuras investigaciones en el contexto educativo técnico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Los datos obtenidos de la muestra de 70 estudiantes indican que el uso de plataformas digitales, aplicaciones interactivas y simuladores contribuye significativamente a la comprensión de contenidos y a la adquisición de habilidades cognitivas. Se observó un incremento en la motivación y la participación activa de los estudiantes cuando emplean herramientas tecnológicas, así como un desarrollo notable en la autonomía para resolver problemas y realizar tareas de manera independiente.

El análisis por semestre mostró que los estudiantes de cuarto semestre utilizaron principalmente plataformas educativas básicas y recursos multimedia, mientras que los de quinto y sexto semestre emplearon herramientas más especializadas, como programas de programación y simuladores técnicos, lo que refleja un progreso en la integración tecnológica conforme avanzan en su formación.

Entre las limitaciones identificadas destacan: conectividad irregular, desigualdad en el acceso a dispositivos digitales y capacitación docente insuficiente, lo que afecta la uniformidad del aprendizaje y la efectividad de los recursos tecnológicos. A pesar de estas limitaciones, los estudiantes percibieron una mejora en la comprensión de los contenidos y en el desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales.

DISCUSIÓN

Los hallazgos coinciden con investigaciones previas que muestran que la integración de tecnología educativa en la enseñanza técnica promueve el aprendizaje significativo y fortalece competencias cognitivas, especialmente cuando se combinan estrategias activas con recursos digitales. El aumento de motivación, autonomía y pensamiento crítico observado en los estudiantes confirma la efectividad de la tecnología como recurso pedagógico.

No obstante, las limitaciones evidenciadas reflejan la necesidad de políticas institucionales que garanticen equidad en el acceso a tecnología, así como programas de capacitación docente que les permitan aprovechar al máximo los recursos digitales. Estos resultados muestran que la tecnología educativa por sí sola no garantiza el éxito en el aprendizaje, sino que debe integrarse de manera planificada y acompañada de estrategias pedagógicas efectivas.

En síntesis, el estudio evidencia que la correcta implementación de tecnología educativa fortalece las habilidades cognitivas y mejora los procesos de aprendizaje, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos profesionales y tecnológicos del siglo XXI.

CONCLUSIONES

El análisis realizado demuestra que la tecnología educativa constituye una herramienta clave para el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes de informática del CONALEP Ometepepec. La muestra de 70 estudiantes permitió obtener resultados representativos y confiables que reflejan la realidad del grupo, evidenciando cómo el uso de plataformas digitales, simuladores y recursos interactivos incrementa la comprensión de contenidos, la motivación, la participación y la autonomía de los estudiantes.

Se concluye que la integración adecuada de la tecnología educativa fortalece competencias cognitivas esenciales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la autorregulación del aprendizaje. Estas habilidades son fundamentales en la formación técnica, ya que preparan a los estudiantes para enfrentar retos académicos y profesionales, así como para adaptarse a entornos laborales cada vez más digitalizados.

Asimismo, se identificaron limitaciones que requieren atención, como la conectividad irregular, la falta de dispositivos adecuados y la capacitación insuficiente del personal docente, lo que puede generar desigualdades en los resultados del aprendizaje. Estos hallazgos resaltan la importancia de diseñar estrategias institucionales que garanticen un acceso equitativo a la tecnología y fortalezcan la formación de los docentes en el manejo de recursos educativos digitales.

En términos de aplicabilidad, los resultados sugieren que la implementación de programas tecnológicos estructurados y adaptados a las necesidades de los estudiantes contribuye a mejorar la calidad educativa, incrementando la efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo integral de competencias cognitivas. La evidencia recopilada también aporta información valiosa para la toma de decisiones pedagógicas y la planificación de futuras estrategias educativas.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones amplíen la muestra, incorporen metodologías mixtas y evalúen de manera integral la percepción de estudiantes y docentes sobre el uso de la tecnología educativa, con el fin de obtener un panorama más completo de su impacto y optimizar su integración en la educación técnica. Estos estudios permitirán fortalecer la pertinencia, eficacia y sostenibilidad de los programas de tecnología educativa, contribuyendo al desarrollo profesional y cognitivo de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós.

Bond, M., Bedenlier, S., Marín, V. I., & Händel, M. (2024). *Digital transformation in higher education and student engagement: A systematic review*. Educational Technology Research and Development, 72(1), 1-28.

Cabero-Almenara, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2021). La tecnología educativa en tiempos de cambio e incertidumbre. *Campus Virtuales*, 10(2), 9-18.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024). *Ley General de Educación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>

Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP). (2024). *Modelo académico y normatividad institucional*. <https://www.conalep.edu.mx>

Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.

Piaget, J. (1972). *The psychology of the child*. Basic Books.

Schunk, D. H. (2020). *Learning theories: An educational perspective* (8th ed.). Pearson.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
(2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education*. UNESCO.
<https://www.unesco.org/gem-report>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*.
Harvard University Press.

INVERNADERO HIDROPÓNICO AUTOMATIZADO

AUTOMATED HYDROPONIC GREENHOUSE

AUTORES:

Francisco Ramos Guzmán¹, Tomás López Reyes², Ally García Ortega³, Graciela Santos Martínez⁴

RESUMEN

El presente trabajo describe el diseño, desarrollo y validación de un invernadero hidropónico automatizado orientado a la producción de pepino (*Cucumis sativus L.*) bajo condiciones de agricultura protegida en el municipio de Acatlán de Osorio, Puebla. La investigación se enmarca en un enfoque aplicado y experimental, cuyo propósito fue integrar tecnologías de bajo costo para el monitoreo y control en tiempo real de variables críticas como temperatura, humedad y pH, con el fin de optimizar el uso de agua y nutrientes, garantizar la inocuidad de los alimentos y asegurar la trazabilidad de la producción. El sistema se diseñó utilizando un microcontrolador Atmega 328P (Arduino) para la adquisición de datos y un ESP32 para la transmisión de la información hacia una plataforma web, lo que permite al usuario acceder a los registros desde cualquier ubicación. El prototipo físico del invernadero, con dimensiones de 50 × 150 × 150 cm y capacidad para 10 plantas, se construyó como modelo demostrativo para validar la funcionalidad de los sensores y el control automático de las variables involucradas. Los resultados obtenidos evidenciaron un funcionamiento adecuado del sistema, con datos confiables en la nube y estabilidad en las condiciones de cultivo, lo que demuestra la viabilidad de la propuesta. Asimismo, se destacan las implicaciones prácticas en términos de sostenibilidad, eficiencia hídrica y fortalecimiento de la seguridad alimentaria local. Finalmente, se plantean posibles líneas de investigación futura orientadas al escalamiento del sistema, la integración de algoritmos inteligentes de control y la incorporación de energías renovables.

PALABRAS CLAVE: hidroponía, invernadero automatizado, agricultura protegida, IoT, sostenibilidad.

ABSTRACT

This work describes the design, development, and validation of an automated hydroponic greenhouse for the production of cucumber (*Cucumis sativus L.*) under protected agriculture conditions in the municipality of Acatlán de Osorio, Puebla. The research is framed within an applied and experimental approach, the purpose of which was to integrate low-cost technologies for real-time monitoring and control of critical

¹ Francisco Ramos Guzmán es profesor de tiempo completo adscrito a la carrera de Ingeniería Electrónica del TecNM Acatlán de Osorio, Puebla, México, francisco.ramos@itsao.edu.mx

² Tomas López Reyes es estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica del TecNM Acatlán de Osorio, Puebla, México, david747194@gmail.com

³ Ally García Ortega es estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica del TecNM Acatlán de Osorio, Puebla, México, gally2048@gmail.com

⁴ Graciela Santos Martínez profesora de tiempo completo adscrita a la carrera de Ingeniería Industrial del TecNM Acatlán de Osorio, Puebla, México, graciela.santos@itsao.edu.mx

variables such as temperature, humidity, and pH, in order to optimize the use of water and nutrients, guarantee food safety, and ensure production traceability. The system was designed using an Atmega 328P microcontroller (Arduino) for data acquisition and an ESP32 for transmitting information to a web platform, allowing the user to access records from any location. The physical prototype of the greenhouse, with dimensions of $50 \times 150 \times 150$ cm and capacity for 10 plants, was built as a demonstrative model to validate the functionality of the sensors and the automatic control of the variables involved. The results obtained demonstrated proper system performance, with reliable cloud data and stability under growing conditions, demonstrating the viability of the proposal. The practical implications in terms of sustainability, water efficiency, and strengthening local food security are also highlighted. Finally, potential lines of future research are proposed, aimed at scaling the system, integrating intelligent control algorithms, and incorporating renewable energy.

KEYWORDS: hydroponics, automated greenhouse, protected agriculture, IoT, sustainability.

INTRODUCCIÓN

La agricultura urbana ha cobrado relevancia en las últimas décadas ya que puede actuar como una fuente sostenible y fiable de alimentos, mejorando la seguridad alimentaria en entornos urbanos y reduciendo simultáneamente la dependencia de fertilizantes y pesticidas, a la vez que contribuye a conservar agua y proteger el suelo (Gunapala et al., 2025). Considerando que más del 50 % del territorio mexicano se encuentra en zonas áridas o semiáridas, es fundamental la adopción de la agricultura protegida como estrategia de sostenibilidad (De Anda y Shear, 2017). En este marco, el cultivo hidropónico ha surgido como una alternativa prometedora, especialmente en entornos con restricciones hídricas, suelos degradados o espacio limitado, al permitir producción constante y eficiente de hortalizas (SAGARPA, 2008; Velazquez et al., 2022).

Si bien los orígenes de la hidroponía moderna se remontan al trabajo de Gericke (1937), quien en la Universidad de California, logró cultivar tomates de más de siete metros utilizando soluciones minerales, y acuñó el término "hydroponics", los antecedentes históricos del cultivo sin suelo se remontan a civilizaciones antiguas. En Mesoamérica, por ejemplo, los aztecas desarrollaron sistemas chinampa, considerados una forma rudimentaria de hidroponía, a través de la creación de islotes cultivables en los lagos del Valle de México (De Anda y Shear, 2017).

En México, el uso de agricultura protegida—como invernaderos y casas sombra—ha experimentado una expansión sostenida debido a la presión por elevar la productividad, enfrentar la escasez de agua y satisfacer demandas de mercados nacionales e internacionales. Entre 1998 y 2008, la superficie bajo tecnología

protegida creció a una tasa anual promedio de 34,5 % en diversas regiones del país, especialmente el Bajío y el Valle del Yaqui (SAGARPA, 2008).

En cuanto a automatización en invernaderos hidropónicos, los avances recientes en Internet de las Cosas (IoT), aprendizaje automático y sistemas de control inteligente han permitido la monitorización de variables críticas (temperatura, humedad, luz, pH), mejorando la eficiencia de recursos y productiva. Por ejemplo, el sistema "iGrow" formula el control automatizado del invernadero como un problema de optimización, alcanzando incrementos estadísticos significativos en rendimiento (+10,15 %) y utilidades (+92,70 %) en cultivos de tomate (Cao et al., 2021). En otro estudio, se describió el desarrollo de un prototipo de invernadero hidropónico inteligente controlado vía IoT y monitoreado por aplicación móvil, con resultados positivos en confiabilidad y funcionalidad (Austria et al., 2023)

No obstante, en el municipio de Acatlán de Osorio, Puebla, la producción de hortalizas como el pepino (*Cucumis Sativus L.*) se realiza principalmente en campo abierto, con escaso control sobre agroquímicos, trazabilidad limitada y riesgos potenciales para la inocuidad alimentaria. A ello se suman desafíos como la escasez creciente de agua, la degradación de suelos y la limitada disponibilidad de tierras cultivables, lo que restringe la viabilidad de la agricultura tradicional y eleva la dependencia de productos externos de calidad incierta.

En este contexto, el invernadero hidropónico automatizado emerge como una solución agroecológica sólida. Su diseño, basado en recirculación de agua, reducción de agroquímicos y control automatizado de variables ambientales, podría garantizar producción continua y homogénea durante todo el año, independientemente de condiciones climáticas externas. Además, este modelo podría fortalecer la trazabilidad desde la siembra hasta la cosecha, mejorar la inocuidad del producto, promover cadenas cortas de comercialización y establecer vínculos de confianza entre productores y consumidores en la región.

MARCO TEÓRICO:

Fundamentos teóricos de la hidroponía

La hidroponía es un conjunto de técnicas de cultivo sin suelo donde las raíces reciben agua, oxígeno y nutrientes en solución, con o sin soporte inerte (sustratos). Su propósito es controlar y optimizar la nutrición mineral y el microambiente radicular para maximizar productividad, calidad e inocuidad, reduciendo a la vez el uso de agua y agroquímicos mediante recirculación y manejo sanitario de la solución nutritiva (Velázquez et al., 2022). Se puede considerar como el arte de cultivar plantas en agua sin tierra, ha demostrado ser muy eficiente ya que tiende a incrementar la producción reduciendo los recursos utilizados respecto a la agricultura tradicional, representa una oportunidad para desarrollar una gama amplia de cultivos durante todo el año sin las limitaciones que impone el medio ambiente (Mendon et al., 2022). De

esta manera, el cultivo hidropónico ha emergido como una alternativa sostenible frente a los retos que enfrenta la agricultura convencional.

De acuerdo con Velázquez et al. (2022) los sistemas más difundidos incluyen NFT (Nutrient Film Technique), camas o mesas de cultivo con riego por goteo (abierto o recirculado), DWC (Deep Water Culture), aeroponía y ebb-and-flow; su elección depende del cultivo, la escala y la disponibilidad de automatización y monitoreo.

Principios teóricos y parámetros críticos

a) Química de la solución nutritiva.

Conductividad eléctrica (CE) como proxy de concentración total de sales; debe ajustarse al cultivo y al estado fenológico para evitar estrés osmótico o deficiencias.

pH (usualmente 5.5–6.5) para maximizar la disponibilidad iónica (N, K, Ca, Mg, micronutrientes) y prevenir precipitados; se regula con ácidos/bases y se vigila en continuo.

Balance iónico (relaciones K:Ca:Mg, aniones/cationes) y oxígeno disuelto en la rizosfera para sostener respiración y absorción.

b) Manejo del agua y recirculación.

La recirculación reduce consumo hídrico y descargas; exige filtración y desinfección (p. ej., UV, ozono o térmico) para controlar patógenos del agua y del sistema radicular.

c) Sustratos inertes.

Materiales como lana de roca, perlita, fibra de coco o mezclas inertes proveen anclaje, aireación y retención hídrica controlable; la selección se hace por capacidad de retención/aireación, estabilidad física y neutralidad química.

d) Microclima y fisiología.

El rendimiento y la calidad dependen del acoplamiento raíz–parte aérea: temperatura, humedad relativa y VPD, ventilación, irradiancia/PPFD y fotoperiodo, así como el régimen de riego (frecuencia y pulso) que define el potencial hídrico en sustrato/raíz. El control integrado del microclima y la solución es central en agricultura protegida.

Automatización e introducción de tecnologías emergentes

a) Automatización y agricultura inteligente

Las técnicas modernas de hidroponía incorporan sistemas automáticos que regulan el riego, la dosificación de nutrientes, y el ambiente interno (iluminación, temperatura, humedad). Por ejemplo, sistemas automatizados pueden ajustar el flujo de agua o la intensidad lumínica según la etapa del cultivo (Miilkii Agrow, s. f.)

b) Integración de IA e IoT

La inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) están transformando la gestión de cultivos. La IA puede analizar datos en tiempo real para prever necesidades nutricionales, detectar enfermedades de forma anticipada, o ajustar parámetros ambientales automáticamente (InHydro, 2025). Además, dispositivos IoT permiten el monitoreo remoto continuo y la trazabilidad del sistema, mejorando la eficiencia y reduciendo errores (Miilkii Agrow, s. f.)

c) Iluminación LED avanzada

El uso de LEDs regulables en espectro e intensidad está en auge. Estas luminarias ofrecen alta eficiencia energética, mayor durabilidad, y posibilidad de ajustar la calidad de luz para influir en características morfofisiológicas del cultivo, como compactación o contenido nutraceutico (Miilkii Agrow, s. f.)

d) Vertical farming y optimización espacial

El cultivo hidropónico vertical permite maximizar la producción por área, lo cual es ideal en entornos urbanos donde el espacio es limitado. Estas configuraciones se aplican en invernaderos urbanos, contenedores, o azoteas, acercando la producción al consumidor (Miilkii Agrow, s. f.; InHydro, 2025)

e) Prácticas sostenibles (recirculación y materiales ecológicos)

Los sistemas de circuito cerrado permiten la recirculación del agua y nutrientes, reduciendo el consumo hídrico. Además, se están adoptando materiales biodegradables como sustratos (coco, turba) y estructuras hechas de materiales reciclados o renovables (Miilkii Agrow, s. f.)

f) Tendencias adicionales: energía renovable e IA predictiva

Según InHydro (2025), se prevé una creciente incorporación de fuentes de energía renovable (como solar) para alimentar sistemas LED y climatización, junto con IA predictiva que optimiza el uso de recursos y asegura la resiliencia

De esta manera, la hidroponía se apoya en fundamentos bioquímicos claros (pH, CE, oxígeno), complementados por el diseño de sistemas específicos según condiciones del cultivo. La innovación tecnológica actualmente gira en torno a la automatización inteligente (IA + IoT), iluminación eficiente (LEDs avanzadas), diseño vertical, recirculación sostenible, y el uso de energías limpias. Estas tendencias consolidan un modelo de agricultura protegida altamente eficiente, trazable, y adaptable a contextos urbanos y periurbanos donde predomina la escasez de recursos.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo es desarrollar un invernadero hidropónico automatizado que integre tecnologías de monitoreo y control en tiempo real para optimizar el uso de agua, nutrientes y monitorear la temperatura, la humedad y el pH , garantizando la producción continua de pepinos

inocuos y de alta calidad, bajo condiciones de agricultura protegida, con un enfoque de sostenibilidad y trazabilidad aplicable al contexto de Acatlán de Osorio, Puebla

METODOLOGÍA

1. Enfoque, diseño y tipo de investigación

El presente estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo con apoyo cualitativo, ya que se busca medir, comparar y analizar de manera objetiva las variables técnicas, productivas y ambientales de un invernadero hidropónico automatizado, complementando con percepciones y experiencias de los productores locales. El diseño de investigación es experimental y aplicado, dado que se intervendrá directamente en el sistema productivo para evaluar el efecto de la automatización y el control de variables en la producción de pepinos (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de agricultura protegida.

El tipo de investigación es experimental de campo, con un diseño cuasi-experimental de comparación entre dos condiciones:

Tratamiento A: Invernadero hidropónico con sistema automatizado de monitoreo y control de pH, conductividad eléctrica (CE), temperatura y humedad relativa, con registro en tiempo real.

Tratamiento B: Invernadero hidropónico con manejo convencional (control manual de variables y sin registro continuo).

Este diseño permitirá evaluar diferencias en productividad, calidad del fruto, eficiencia en el uso del agua y estabilidad de las condiciones ambientales, atribuyendo los resultados a la implementación de la automatización.

2. Población y muestra

La población objetivo está compuesta por productores hortícolas de pequeña y mediana escala en el municipio de Acatlán de Osorio, Puebla, que cultivan hortalizas bajo invernadero o malla sombra, y que presentan interés en adoptar tecnologías de agricultura protegida con enfoque hidropónico.

La muestra se seleccionará mediante muestreo no probabilístico intencional, considerando criterios de inclusión como:

Experiencia mínima de dos años en producción hortícola.

Acceso a una fuente de agua y espacio disponible para la instalación de un invernadero experimental.

Disposición a participar en capacitaciones y compartir información productiva.

Se estima trabajar con tres productores colaboradores, lo que permitirá replicar el sistema en condiciones reales de uso y validar su aplicabilidad en diferentes microentornos dentro del mismo municipio.

3. Técnicas e instrumentos de recolección y sistematización de datos

La recolección de datos se realizará a través de un conjunto de técnicas complementarias que permitan registrar tanto las variables cuantitativas del sistema como la retroalimentación cualitativa de los usuarios.

3.1 Medición automática de variables técnicas

Se instalarán sensores para la medición y registro en tiempo real de:

pH y CE de la solución nutritiva (sensores con calibración periódica y registro continuo).

Temperatura y humedad relativa del ambiente (sensores digitales con registro cada 5 minutos).

Consumo de agua mediante caudalímetros.

Volumen de solución recirculada para calcular eficiencia hídrica.

Estos datos se integrarán a un sistema de control con registro en la nube y respaldo local, permitiendo su análisis posterior.

3.2 Observación directa y registro en campo

Se aplicarán listas de verificación para documentar eventos críticos como:

Limpieza y sanitización del sistema.

Aplicaciones fitosanitarias.

Procedimientos de cosecha y poscosecha.

Incidencias técnicas (fallas de sensores, variaciones climáticas extremas, plagas/enfermedades).

3.3 Entrevistas semiestructuradas

Se realizarán entrevistas a los productores participantes para conocer:

Su percepción sobre el sistema automatizado.

Dificultades y ventajas observadas.

Sugerencias para mejorar la adaptabilidad local.

3.4 Instrumentos de sistematización

Base de datos digital en formato Excel o software estadístico (SPSS, R) para organizar registros de sensores y observaciones.

Cuadernos de campo digitalizados para integrar datos cualitativos y cuantitativos.

Códigos de identificación por lote para trazabilidad de la producción.

4. Análisis de los datos (tratamiento estadístico y metodológico)

El análisis combinará herramientas estadísticas descriptivas y comparativas, así como un análisis metodológico de eficiencia.

4.1 Estadística descriptiva

Se calcularán medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar, rango) para las variables:

Rendimiento (kg/m^2).

Número de frutos comerciales por planta.

Conductividad eléctrica y pH promedio en cada etapa del cultivo.

Consumo de agua por ciclo.

Temperatura y humedad relativa promedio.

4.2 Estadística inferencial

Se aplicará un ANOVA de un factor para comparar los tratamientos A y B en cuanto a rendimiento, eficiencia hídrica y calidad de frutos. En caso de diferencias significativas ($p < 0.05$), se emplearán pruebas post hoc (Tukey) para identificar las diferencias puntuales.

4.3 Análisis metodológico de eficiencia

Se calcularán indicadores como:

Eficiencia de uso del agua (EUA): $\text{kg de pepino}/\text{m}^3$ de agua utilizada.

Eficiencia energética: $\text{kg producidos}/\text{kWh consumidos}$.

Tasa de recirculación (%).

Índice de calidad del fruto: porcentaje de frutos de primera calidad respecto al total cosechado.

4.4 Análisis cualitativo

La información de las entrevistas y observaciones se analizará mediante codificación temática, identificando patrones en la experiencia de uso, percepción de la tecnología y barreras de adopción.

En suma, el procedimiento general es el siguiente:

1. Instalación del invernadero con el sistema hidropónico y automatización de monitoreo y control.
2. Calibración y prueba de sensores para pH, CE, temperatura y humedad.
3. Trasplante de plántulas de pepino a los sistemas de cultivo (tratamiento A y B).
4. Registro continuo de variables mediante sensores y observación directa durante todo el ciclo productivo.
5. Aplicación de entrevistas a productores en dos momentos: mitad y final del ciclo.
6. Procesamiento y sistematización de datos en la base digital.
7. Análisis estadístico y metodológico para evaluar los resultados y contrastar hipótesis.
8. Elaboración de informe final con conclusiones técnicas y recomendaciones para la replicabilidad del modelo.

Con este diseño metodológico se busca que la investigación no solo obtenga datos confiables sobre el desempeño del sistema, sino que también documente la experiencia de uso en condiciones reales,

fortaleciendo su aplicabilidad como modelo de agricultura protegida sostenible en Acatlán de Osorio, Puebla.

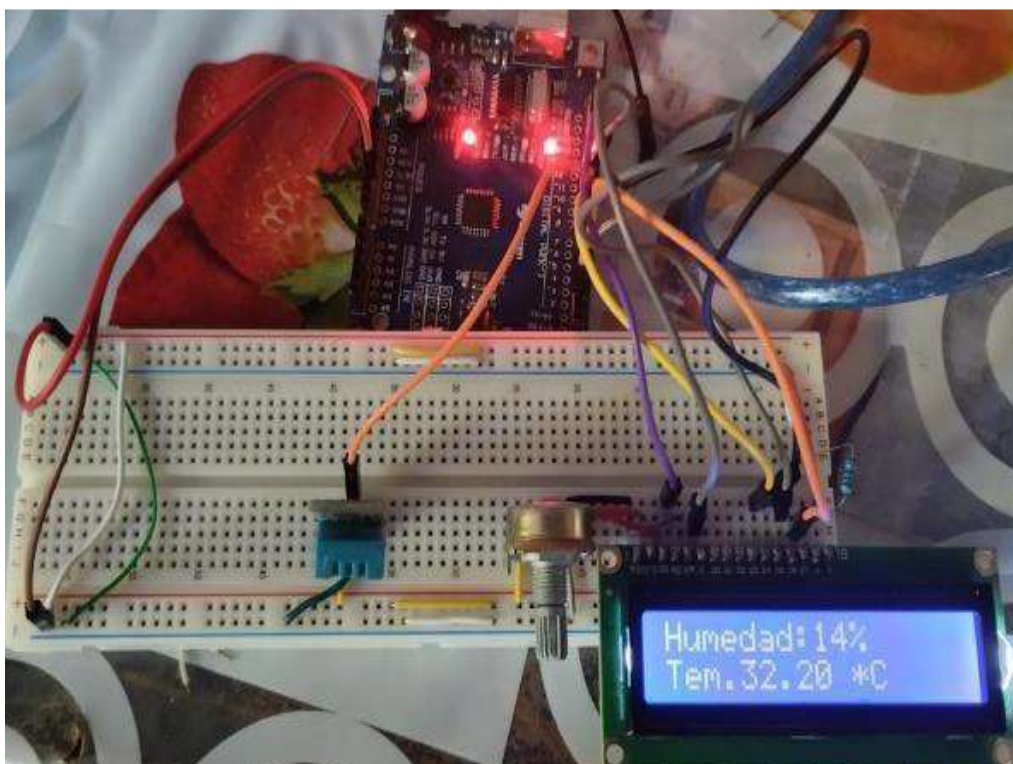
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Resultados:

Como resultado del trabajo de diseño y desarrollo, se implementó un sistema de adquisición de datos para un invernadero hidropónico automatizado, utilizando el microcontrolador Atmega 328P en la plataforma de desarrollo Arduino, al cual se integraron sensores de humedad, temperatura y pH. En la figura 1 se muestra el funcionamiento del sistema de adquisición de datos en su fase de pruebas. El sistema fue complementado con un módulo de comunicación basado en el microcontrolador ESP32, encargado de transferir los datos recolectados hacia una plataforma web, permitiendo que el usuario pudiera visualizar en tiempo real las variables críticas desde cualquier ubicación con acceso a internet (figura 2).

Figura 1.

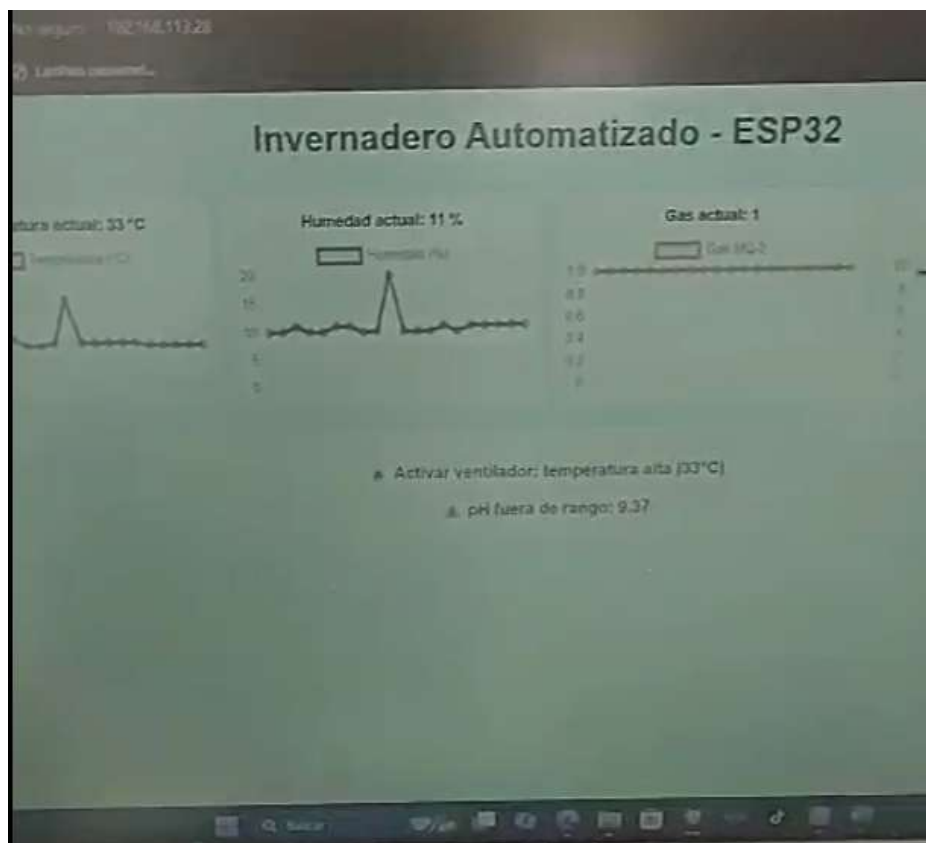
Desarrollo del sistema de adquisición de datos.



Nota; Medición de la temperatura y humedad

Figura 2.

Visualización de los datos en la nube



Nota; Interfaz de usuario para la visualización y registro de datos

En paralelo, se construyó un invernadero prototipo con dimensiones de 50 cm de ancho, 150 cm de largo y 150 cm de alto, diseñado para albergar hasta 10 plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de agricultura protegida. Este espacio permitió validar el desempeño del sistema de monitoreo y control en un entorno controlado y a pequeña escala (figura 3).

Figura 3.

Invernadero hidropónico automatizado



Los sensores fueron calibrados de acuerdo con procedimientos estándar, lo que permitió comprobar la fiabilidad de las lecturas obtenidas. Una vez implementado el sistema, se observó un funcionamiento adecuado en la adquisición y transmisión de datos, confirmándose que los valores de humedad, temperatura y pH eran correctamente recolectados, enviados a la nube y desplegados en la interfaz web. Asimismo, se logró el control automático de las variables involucradas, lo que garantiza la estabilidad de las condiciones de cultivo y la operatividad del sistema en tiempo real. En síntesis, el prototipo permitió demostrar la viabilidad técnica de integrar sensores, microcontroladores y sistemas de comunicación para el monitoreo y control automatizado en un invernadero hidropónico de pequeña escala. Los resultados obtenidos validan la funcionalidad del

modelo desarrollado, sentando las bases para su escalamiento a mayores dimensiones y su aplicación práctica en contextos productivos como el municipio de Acatlán de Osorio, Puebla.

Discusión:

La comparación del prototipo desarrollado en este estudio con sistemas similares reportados en la literatura muestra fortalezas y áreas de mejora. Por ejemplo, Sneineha, y Shabaneh (2023), desarrollaron un sistema hidropónico inteligente también basado en ESP32, el cual integró sensores de pH, TDS, nivel de agua y temperatura, incorporando el control automático de bombas de agua y dosificación de nutrientes. Los datos se gestionaban mediante la aplicación móvil Blynk, lo que permitió un manejo más avanzado de la nutrición en cultivos de lechuga y mantuvo parámetros estables en condiciones óptimas. En ese orden de ideas, aunque el prototipo aquí descrito cumple con el monitoreo y control de variables esenciales, aún no contempla la automatización de la fertilización líquida, lo que constituye una oportunidad para incrementar su nivel de autonomía.

En otro caso, Austria, et al. (2023) desarrollaron un IoT Smart Greenhouse System que permitía monitorizar variables como pH, temperatura, humedad y luz, con transmisión de datos hacia la plataforma ThingSpeak. Su evaluación bajo la norma ISO 9126 arrojó un desempeño positivo en funcionalidad y usabilidad. Este sistema destaca por la validación de la experiencia del usuario y la confiabilidad de las lecturas en tiempo real. Si bien comparte similitudes con el prototipo aquí presentado —particularmente en el monitoreo remoto—, la propuesta local incorpora una infraestructura física de cultivo diseñada para validar directamente la productividad y calidad de pepino, mientras que el estudio de Austria et al. se centró principalmente en la dimensión de usabilidad tecnológica.

Por su parte, Agustian, et al. (2022) reportaron el diseño de un sistema NFT (Nutrient Film Technique) para hidroponía con un control difuso (Mamdani Fuzzy Inference System) que regulaba automáticamente el pH y la concentración de nutrientes (TDS). Este sistema demostró mayor precisión y rapidez para estabilizar las variables, evitando oscilaciones y logrando un control fino de la solución nutritiva. A diferencia del prototipo desarrollado en Acatlán de Osorio, el cual utiliza control automático básico mediante sensores y microcontroladores, el sistema de Agustian et al. emplea una lógica difusa avanzada, lo que representa un horizonte de mejora para futuras versiones que busquen elevar el grado de inteligencia y autonomía.

En síntesis, el prototipo aquí diseñado comparte con los sistemas revisados la capacidad de monitoreo en tiempo real y la conectividad remota mediante IoT, elementos centrales en la agricultura de precisión. Sin embargo, los estudios consultados evidencian líneas de evolución tecnológica como la integración de dosificación automática de nutrientes, la validación de usabilidad en usuarios finales y el empleo de algoritmos de control inteligente como lógica difusa.

CONCLUSIONES

El desarrollo del invernadero hidropónico automatizado ha permitido validar la viabilidad técnica de integrar un sistema de adquisición de datos basado en Arduino (Atmega 328P) y ESP32, con sensores de pH, humedad y temperatura, para el monitoreo y control de variables críticas en la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.). Los resultados obtenidos evidencian que el sistema diseñado es capaz de recolectar, transmitir y desplegar información en tiempo real en una plataforma web, garantizando la trazabilidad de los datos y el control automático de las condiciones de cultivo. La construcción del prototipo físico, con dimensiones adecuadas para 10 plantas, permitió comprobar que los sensores calibrados ofrecieron lecturas confiables y que el control automatizado logró mantener parámetros dentro de rangos óptimos, lo que constituye un avance significativo en el diseño de soluciones de agricultura protegida a pequeña escala.

Las implicaciones prácticas de estos hallazgos son diversas. En primer lugar, el prototipo demuestra que es posible adaptar tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) y sistemas embebidos de bajo costo a contextos locales como Acatlán de Osorio, Puebla, favoreciendo el acceso de pequeños y medianos productores a soluciones de monitoreo y control que hasta ahora se encontraban concentradas en sistemas de gran escala. En segundo lugar, la automatización de variables clave contribuye a optimizar el uso de agua y nutrientes, lo que se traduce en un modelo productivo más sostenible y alineado con los desafíos actuales de escasez hídrica y exigencias de inocuidad alimentaria. Finalmente, al integrar trazabilidad digital en el proceso, se sientan las bases para establecer cadenas cortas de comercialización basadas en la confianza y la transparencia entre productores y consumidores.

En términos de aplicaciones potenciales, el sistema puede servir como herramienta de capacitación tecnológica en instituciones educativas y centros de investigación agrícola, así como modelo demostrativo para productores interesados en la adopción de agricultura de precisión. Su

escalabilidad también lo posiciona como un prototipo inicial que podría evolucionar hacia unidades productivas de mayor capacidad, integrando módulos de dosificación automática de nutrientes, sistemas de control inteligente basados en lógica difusa o inteligencia artificial, y energía renovable para fortalecer la autonomía y sostenibilidad del invernadero.

No obstante, los resultados alcanzados abren la puerta a nuevas líneas de investigación. Entre ellas destacan: (a) evaluar el desempeño del sistema en condiciones de cultivo a mediana escala y durante ciclos productivos completos; (b) analizar el impacto económico y ambiental de la automatización en comparación con sistemas tradicionales; (c) integrar algoritmos predictivos que optimicen la fertirrigación a partir de datos históricos; y (d) estudiar la aceptación social y la viabilidad de adopción por parte de productores locales. Estas investigaciones futuras permitirán consolidar el invernadero hidropónico automatizado como una solución replicable y ajustada a las necesidades de comunidades agrícolas que buscan mejorar su productividad bajo principios de sostenibilidad y seguridad alimentaria

BIBLIOGRAFÍA

Agustian, I., Imam, B., Santosa, H., Daratha, N., y Faurina, R. (2022). Control hidropónico NFT utilizando el sistema de inferencia difusa Mamdani. *Revista de Robótica y Control (JRC)*, 3(3), 374-385. <https://doi.org/10.18196/jcr.v3i3.14714>

Austria, A. C. H., Fabros, J. S., Sumilang, K. R. G., Bernardino, J., & Doctor, A. C. (2023). Development of IoT Smart Greenhouse System for Hydroponic Gardens. *STEP*. Vol. 7, pp. 2111-2136 doi: 10.25147/ijcsr.2017.001.1.149 <https://stepacademic.net>

Cao, X., Yao, Y., Li, L., Zhang, W., An, Z., Zhang, Z., Xiao, L., Guo, S., Cao, X., & Wu, M. (2021). *iGrow: A Smart Agriculture Solution to Autonomous Greenhouse Control*. Preprint. [arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.05464](https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.05464)

De Anda, J., Shear, H. (2017). Potential of Vertical Hydroponic Agriculture in Mexico. *Sustainability*. 9(1), 140; <https://doi.org/10.3390/su9010140>

Gericke, W. F. (1937). *Hydroponics—Crop production in liquid culture media*. *Science*, 85(2198), 177–178. [Science](#).

Gunapala, R., Gangahagedara, R., Wanasinghe, C.S., Samaraweera, A. U., Gamage, A.,d , Rathnayaka, C., Hameed, Z., Abdel, Z. B., Madhujith, T., Merah, O. (2025). Urban agriculture: A strategic pathway to building resilience and ensuring sustainable food security in cities. *Farming Systems* <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2025.100150>

InHydro. (2025, febrero 25). *Hydroponics in 2025: Emerging trends shaping the future of farming*. InHydro. inhydro.in

Mendon, B. M. Votavat, y S. Singh. (2022). Design and Construction of Automated Hydroponics System with Remote Monitoring and Control. *13th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, Kharagpur, India: IEEE, oct. 2022, pp. 1-5. doi: 10.1109/ICCCNT54827.2022.9984617.

Miilkii Agrow. (s. f.). *Vertical Farming Innovations in Hydroponic Equipment*. Miilkii Agrow. miilkiiagrow.com

Miilkii Agrow. (s. f.). *Emerging Hydroponics Trends for 2025*. Miilkii Agrow

Secretaria de agricultura y desarrollo rural. <https://www.gob.mx/agricultura>

Sneineha, A.A., Shabaneh. A.A.A. (2023). Design of a smart hydroponics monitoring system using an ESP32 microcontroller and the Internet of Things. *MethodsX*. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102401>

Velázquez, R.S., García, A.L., Ventura, E. Barceinas, J.D.O. Julio C. Sosa, J.C. (2022). A Review on Hydroponics and the Technologies Associated for Medium- and Small-Scale Operations. *Agriculture*. 12(5), 646; <https://doi.org/10.3390/agriculture12050646>

HUANGLONGBING EN CÍTRICOS: ESTADO DEL ARTE EN DETECCIÓN REMOTA ASISTIDA POR APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

*HUANGLONGBING IN CITRUS: STATE OF THE ART IN REMOTE SENSING ASSISTED BY MACHINE LEARNING*TITLE:

AUTORES:

Fabiola Olvera Rincón¹, Joaquín A. Rincón Ramírez², Carlos F. Ortiz García³, Luz del C. Lagunes Espinoza⁴, Sergio Salgado Velázquez⁵, Eder Ramos Hernández⁶

RESUMEN

La detección temprana del Huanglongbing (HLB) en cítricos ha avanzado significativamente mediante el uso de sensores remotos y algoritmos de machine learning. Los UAV equipados con cámaras hiperespectrales y multiespectrales se destacan como las plataformas más utilizadas, seguidas por sensores proximales y, en menor medida, satélites como Sentinel, WorldView-2 y Landsat 8. La información espectral, derivada de bandas específicas y de índices de vegetación como NDVI, GNDVI, MTVI y MCARI, junto con características foliares (hojas sanas, infectadas y asintomáticas), ha mostrado ser crucial para discriminar árboles sanos de infectados y evaluar la severidad de la enfermedad. Algoritmos de machine learning como Neural Networks, Random Forest, and Support Vector Machine de soporte son los más aplicados, aunque la frecuencia de uso no siempre se traduce en mayor desempeño, por lo que se recomienda validar con métricas completas como Accuracy, Recall, F1-score y Kappa. Otros factores, como variables ambientales y de manejo densidad de plantación, altitud, cobertura del suelo y proximidad a fuentes de agua se han reportado con menor frecuencia, pero su inclusión puede mejorar la robustez y generalización de los modelos. En conjunto, la evidencia indica que la integración de sensores remotos, índices espectrales y fisiológicos, junto con algoritmos de aprendizaje automático optimizados y métricas de evaluación adecuadas, constituye la estrategia más prometedora para la detección temprana, precisa y no destructiva del HLB en cítricos, permitiendo desarrollar herramientas transferibles y sostenibles para su monitoreo y manejo efectivo.

PALABRAS CLAVE: Huanglongbing, sensores remotos, machine learning, review.

ABSTRACT;

¹ Fabiola Olvera Rincón. Estudiante de Maestría. Colegio de Postgraduados. Tabasco, México. olvera.fabiola@colpos.mx

² Joaquín A. Rincón Ramírez. Profesor investigador. Colegio de Postgraduados. Tabasco, México. jrincon@colpos.mx

³ Carlos F. Ortiz García. Profesor investigador. Colegio de Postgraduados. Tabasco, México. cfortiz@colpos.mx

⁴ Luz del C. Lagunes Espinoza. Profesora investigadora. Colegio de Postgraduados. Tabasco, México. lagunesc@colpos.mx

⁵ Sergio Salgado Velázquez. Profesor investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Huimanguillo. Tabasco, México. Salgado.sergio@inifap.gob.mx

⁶ Eder Ramos Hernández. Profesor investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Huimanguillo. Tabasco, México. eder1978@hotmail.com

Early detection of Huanglongbing (HLB) in citrus has advanced significantly through the use of remote sensing and machine learning algorithms. UAVs equipped with hyperspectral and multispectral cameras stand out as the most widely used platforms, followed by proximal sensors and, to a lesser extent, satellites such as Sentinel, WorldView-2, and Landsat 8. Spectral information, derived from specific bands and vegetation indices such as NDVI, GNDVI, MTVI, and MCARI, together with leaf characteristics (healthy, infected, and asymptomatic leaves), has proven crucial for distinguishing healthy trees from infected ones and for assessing disease severity. Machine learning algorithms such as Neural Networks, Random Forest, and Support Vector Machines are the most commonly applied; however, frequency of use does not always translate into better performance, so validation with comprehensive metrics such as Accuracy, Recall, F1-score, and Kappa is recommended. Other factors, such as environmental and management variables planting.

KEYWORDS: Huanglongbing, remote sensors, machine learning, review.

INTRODUCCIÓN:

El Huanglongbing (HLB), conocido también como “citrus greening”, representa la amenaza fitosanitaria más importante para la citricultura moderna debido a su rápida diseminación, la ausencia de tratamientos curativos efectivos y el impacto sostenido en rendimiento y longevidad de los huertos. La etiología del HLB, asociada al agente *Candidatus Liberibacter* y transmitida por el psílido asiático (*Diaphorina citri*), produce un espectro de respuestas fisiológicas en la planta desde alteraciones en la asimilación fotosintética hasta cambios en la composición foliar y el balance hídrico que hacen que la detección temprana sea crítica para mitigar pérdidas económicas y limitar la expansión del patógeno (Liu *et al.*, 2023). Las técnicas convencionales de vigilancia (inspección visual y ensayos moleculares) presentan limitaciones prácticas cuando se requieren muestreos masivos y monitoreo continuo a escala de huerto o paisaje: la sintomatología visible suele aparecer tardíamente y los análisis de laboratorio, aunque sensibles, son costosos y poco escalables. En contraste, la teledetección posibilita la observación sin contacto de indicadores biofísicos y bioquímicos a distintas resoluciones espectrales, espaciales y temporales que están correlacionados con la presencia y severidad del HLB. El acoplamiento de plataformas desde proximal (espectrómetros portátiles) hasta sensores multiespectrales e hiperspectrales montados en drones o satélites ha ampliado el abanico de variables observables útiles para el diagnóstico temprano (Deng *et al.*, 2020). El crecimiento explosivo en la disponibilidad de datos multiespectrales e hiperspectrales ha hecho evidente la necesidad de metodologías analíticas avanzadas; aquí el aprendizaje automático (ML) y, en particular, las arquitecturas profundas, se han consolidado como herramientas robustas para extraer señales relevantes en presencia de ruido ambiental, variabilidad fenológica y heterogeneidad edafoclimática.

MARCO TEÓRICO:

Los estudios recientes han demostrado que modelos de fusión multimodal que integran imágenes RGB, bandas hiperespectrales y métricas de textura o estructura canopy mejoran la sensibilidad y especificidad de la detección frente a enfoques univariados, al tiempo que facilitan la clasificación de niveles de severidad. Estos avances permiten no sólo discriminar árboles infectados de sanos, sino también estimar etapas de progresión de la enfermedad con resoluciones temporales suficientes para decisiones de manejo (Yang *et al.*, 2021). A pesar de estos progresos, persisten retos metodológicos que limitan la transferencia operativa de modelos desarrollados en condiciones experimentales a escenarios productivos heterogéneos. Entre las principales barreras están la estandarización de protocolos de adquisición (ángulos de toma, iluminación, calibración radiométrica), la selección y reducción de bandas relevantes ante la elevada dimensionalidad hiperespectral, la necesidad de conjuntos de entrenamiento suficientemente representativos y balanceados, y la sensibilidad de muchos modelos a variaciones fenológicas y estrés concurrente por deficiencias nutricionales o plagas. Estudios recientes subrayan también la importancia de validar modelos en múltiples regiones y temporadas para evitar sobreajuste y mejorar la generalización (Khuimphukhio *et al.*, 2024). En paralelo, han emergido nuevas modalidades sensoras y métricas fisiológicas con alto potencial diagnóstico para HLB. Entre ellas se encuentran el uso de fluorescencia solar inducida (SIF), índices hiperespectrales seleccionados mediante algoritmos de relevancia, y la fusión de datos ópticos con información térmica y de estructura 3D (LiDAR o fotogrametría) para caracterizar la canopy desde múltiples ejes funcionales. Estas aproximaciones, cuando se integran mediante esquemas de aprendizaje profundo o técnicas de ensamble, muestran mejoras en la detección temprana y en la estimación de severidad, aunque requieren mayor esfuerzo en calibración y validación de campo (Chen *et al.*, 2023).

Una revisión sistemática de la literatura permite identificar las brechas existentes en la investigación sobre la detección del Huanglongbing (HLB) en cítricos y ofrece una guía valiosa tanto para profesionales como para investigadores que buscan emprender nuevos estudios en este campo problemático. Mediante este enfoque se accede de manera estructurada a los estudios más relevantes disponibles en bases de datos científicas, los cuales se analizan y sintetizan con el objetivo de responder preguntas de investigación previamente definidas. Así, la revisión sistemática de la literatura contribuye a generar nuevas perspectivas y a proporcionar a los investigadores emergentes una comprensión integral del estado del arte en la aplicación de sensores remotos y algoritmos de aprendizaje automático para la detección del HLB (Slob *et al.*, 2021). En esta misma línea, Van Klompenburg *et al.* (2020) realizaron una revisión sistemática sobre la predicción del rendimiento agrícola con técnicas de machine learning y concluyeron que uno de los principales desafíos es la escasez de conjuntos de datos de alta calidad, lo que repercute directamente en la

capacidad predictiva de los modelos. Matusevicius *et al.* (2023) realizaron una revisión de la literatura sobre la detección de enfermedades en cítricos mediante sensores ópticos y térmicos de teledetección, y concluyeron que, aunque estas herramientas muestran gran potencial para la identificación temprana del HLB y otras enfermedades, aún existen limitaciones relacionadas con la variabilidad ambiental, la estandarización de protocolos y la necesidad de integrar algoritmos avanzados de machine learning para mejorar la precisión diagnóstica. De manera análoga, se reconoce la necesidad de realizar una revisión sistemática enfocada específicamente en la detección del HLB mediante teledetección e inteligencia artificial, con el fin de evaluar los avances logrados, identificar limitaciones metodológicas y delinear futuras direcciones de investigación que fortalezcan la resiliencia de la citricultura frente a esta enfermedad devastadora.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una sistemática revisión de literatura sobre la detección del HLB de los cítricos por medio sensores remotos y técnicas de modelamiento de machine learning con la finalidad de crear una visión general sobre los avances en el tópico.

METODOLOGÍA

Protocolo de revisión

Para proceder con una revisión sistemática de literatura, es necesario definir un protocolo de revisión. El presente protocolo de revisión se ha realizado utilizando las conocidas pautas de revisión proporcionadas por Kitchenham *et al.* (2007). En primera instancia, se definen las preguntas de investigación. Cuando las preguntas de investigación han sido definidas, las bases de datos referenciales son empleadas para seleccionar los estudios relevantes sobre el tópico. Las bases de datos referenciales que se utilizaron en este estudio fueron Science Direct, Scopus, Web of Science, Springer Link, Wiley y Google Scholar. Después de seleccionar los estudios relevantes, se filtraron y evaluaron utilizando un conjunto de criterios de exclusión y calidad. Se extraen todos los datos relevantes de los estudios seleccionados y, finalmente, los datos extraídos se sintetizan en respuesta a las preguntas de investigación. Además de las preguntas de investigación, también se definen los lugares de publicación, las cadenas de búsqueda iniciales y los criterios de selección de publicaciones (Keele, 2007). Al realizar la revisión, las publicaciones fueron seleccionadas revisando todas las bases de datos. Los datos fueron extraídos, es decir, se almacenó su información sobre autores, año de publicación, tipo de publicación y más información sobre las preguntas de investigación. Después de que todos los datos necesarios se extrajeron correctamente, los datos se sintetizaron para proporcionar una descripción general de los artículos relevantes publicados hasta el momento. En la etapa

final, también conocida como informe de la revisión, la revisión concluyó documentando los resultados y abordando las preguntas de investigación (Snyder, 2019).

Preguntas de investigación

Esta revisión sistemática de literatura tiene como finalidad principal obtener información sobre los estudios que se han publicado en el dominio de la teledetección remota y técnicas de machine learning para la predicción del rendimiento del cultivo de caña de azúcar. Para ese trabajo, se han definido las siguientes seis preguntas de investigación (PI).

PI 1. ¿Qué tipo de problemas resuelven los sensores remotos y las técnicas de machine learning?

PI 2. ¿Qué algoritmos de machine learning se han usado en la literatura para la detección del HLB de los cítricos?

PI 3. ¿Qué sensores remotos son los más empleados en la literatura para detección del HLB de los cítricos?

PI 4. ¿Qué variables predictoras se han usados en la literatura para la detección del HLB de los cítricos usando teledetección remota y machine learning?

PI 5. ¿Qué métricas de evaluación se han empleados en la literatura para detección del HLB de los cítricos usando teledetección remota y los modelos de machine learning?

PI 6. ¿Cuáles son los desafíos reportados en la literatura para la detección de HLB usando teledetección remota y machine learning?

Estrategia de búsqueda

La búsqueda se realiza restringiendo los conceptos básicos que son relevantes para el alcance de esta revisión. La búsqueda básica se realiza mediante una búsqueda automática. La entrada inicial para la búsqueda fue "aprendizaje automático (machine learning)", "teledetección remota (remote sensing)", "detección de HLB (detection HLB)" y "cítricos (citrus)". Después de ejecutar esta cadena de búsqueda, se recuperaron 181 estudios. Se recuperaron los artículos y se leyeron los resúmenes para encontrar los sinónimos de las palabras clave. La búsqueda se realizó en cinco bases de datos. Después de que se aplicaron los criterios de exclusión y se procesaron todos los resultados, se elaboró el informe de resultados y se contestaron las preguntas de investigación (Van Klompenburg et al., 2020).

Bases de datos referenciales

Para esta revisión sistemática de literatura, se han utilizado las siguientes bases de datos: Google scholar, Web of Science, Science Direct, Springer Link y Wiley. Estas bases de datos fueron seleccionadas para asegurar una buena cobertura del tema en cuestión (Slob *et al.*, 2021). Asimismo, en todas las bases de datos se introdujeron las palabras de "aprendizaje automático (machine learning)", "teledetección remota (remote sensing)", "citrus (citrus)", "detección (detection)" y "Huanglongbing (HLB)".

Criterios de exclusión y selección

Los criterios de exclusión se utilizan para garantizar que solo se procesen los estudios pertinentes. Los estudios relevantes, en este caso, son estudios que contienen datos que pueden usarse para responder las preguntas de investigación. Los criterios se determinan de antemano para reducir la posibilidad de criterios sesgados (Kitchenham *et al.*, 2007). Para que un artículo sea incluido, todos los criterios de exclusión deben ser falsos. Los criterios de exclusión utilizados fueron los siguientes:

Criterio de exclusión 1. La publicación no está relacionada con el sector agrícola y la predicción del rendimiento combinada con el aprendizaje automático.

Criterio de exclusión 2. La publicación no está escrita en inglés.

Criterio de exclusión 3. Publicación que es un duplicado o ya recuperada de otra base de datos.

Criterio de exclusión 4. El texto completo de la publicación no está disponible.

Criterio de exclusión 5. La publicación es un documento de revisión.

Criterio de exclusión 6. Publicación publicada antes de 2009.

Para responder las preguntas de investigación, se extrajeron y sintetizaron los datos de los estudios seleccionados. La información recuperada se centró en comprobar si los estudios cumplían o no los requisitos establecidos en los criterios de exclusión y en dar respuesta a las preguntas de investigación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Bases de datos referenciales

En total se revisaron 181 publicaciones en todas las bases de datos. Después de que se aplicaron los seis criterios de exclusión, se seleccionaron 36 estudios para su posterior análisis. En la Tabla 1, se presenta el número de artículos recuperados inicialmente (NPI) y el número de artículos después de que se aplicaron los criterios de exclusión y selección (NPIC). Como se muestra en el Cuadro 1, la mayoría de los artículos se obtuvieron de las bases de datos de Google Scholar, Springer Link y Science Direct.

Tabla 1

Distribución de las publicaciones de acuerdo a las bases de datos usadas

Base de datos	NPI	NPIC	PP (%)
Google Scholar	106	18	47.4
Science Direct	18	7	18.4
Springer Link	32	5	18.4
Web of science	11	2	5.3
Scopus	9	3	7.9
Wiley	5	1	2.6

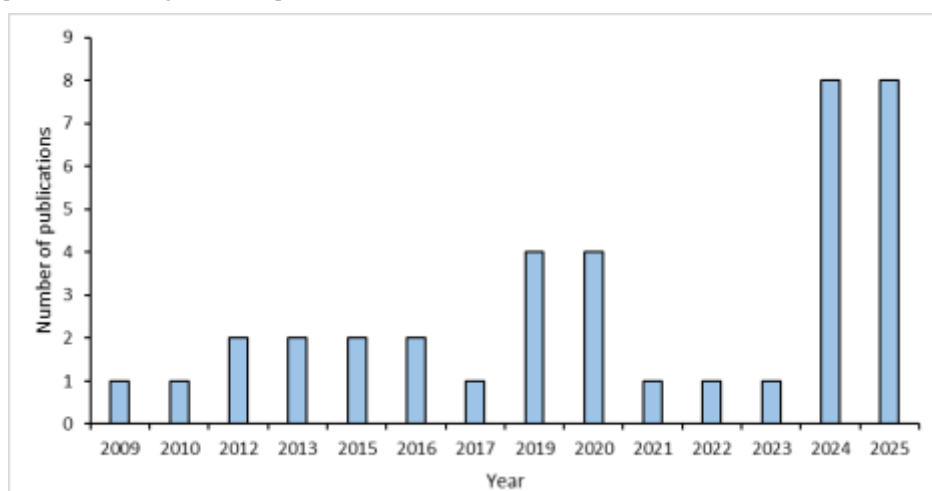
Total	181	38	100.0
-------	-----	----	-------

*NPI = número de publicaciones iniciales; NPIC = número de publicaciones después de aplicar criterios de exclusión y PP = porcentaje de publicaciones según la base de datos.

La Figura 1 muestra la distribución de las publicaciones seleccionadas según los años de su publicación. Se puede observar que existe un aumento en el uso de los sensores remotos y las técnicas de machine learning para la detección del HLB de los cítricos a nivel mundial.

Figura 1

Distribución de publicaciones según año de publicación en todas las bases de datos usadas.



Publicaciones seleccionadas

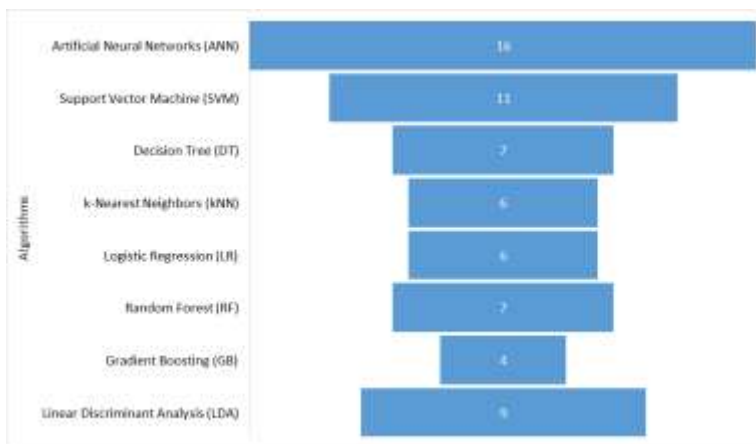
Las publicaciones que fueron seleccionadas para dar respuestas a las preguntas de investigación y después de aplicar los criterios de exclusión y selección se presentan en la Tabla 1. Para dar respuesta a la pregunta de investigación uno (PI1) con relación a los problemas que se resuelven con el uso de los sensores remotos y técnicas de machine learning en el cultivo de los cítricos, en nuestra revisión encontramos, principalmente relacionados con el monitoreo, diagnóstico y manejo fitosanitario. Estas tecnologías permiten la detección temprana y no invasiva de enfermedades como el Huanglongbing (HLB), incluso antes de que los síntomas sean visibles a simple vista, lo cual es fundamental para contener su propagación. Además, los sensores multiespectrales, hiperespectrales y térmicos facilitan la evaluación del estado fisiológico de los árboles, identificando variaciones en la salud vegetal, el estrés hídrico o nutricional y el vigor del cultivo a nivel de hoja, árbol o parcela. A su vez, el aprendizaje automático permite procesar grandes

volúmenes de datos obtenidos por los sensores para clasificar automáticamente árboles sanos y enfermos, identificar patrones espaciales y temporales, y construir modelos predictivos con alta precisión. Otro problema que estas tecnologías abordan es la ineficiencia en el monitoreo tradicional, ya que permiten cubrir grandes extensiones de cultivo en menos tiempo y con menor dependencia del muestreo manual. También contribuyen a la toma de decisiones agronómicas basadas en datos, lo que se traduce en un uso más racional de insumos, reducción de costos y mejora en la sostenibilidad del sistema de producción citrícola. En conjunto, estas herramientas representan una solución tecnológica eficaz para mejorar la gestión agrícola, reducir pérdidas económicas y aumentar la resiliencia del cultivo ante enfermedades y condiciones ambientales adversas (Sankaran *et al.*, 2013; Blasco *et al.*, 2016; Abdulridha *et al.*, 2019; Deng *et al.*, 2019; Gómez-Flores *et al.*, 2022; Yu *et al.*, 2023).

Para abordar la pregunta de investigación dos (PI2) sobre los algoritmos de machine learning empleados para la detección del HLB de los cítricos se presenta la Figura 2 que muestra los algoritmos mayormente usados para dicho fin.

Figura 2

Algoritmos de machine learning más usados con sensores remotos para la detección de HLB de los cítricos



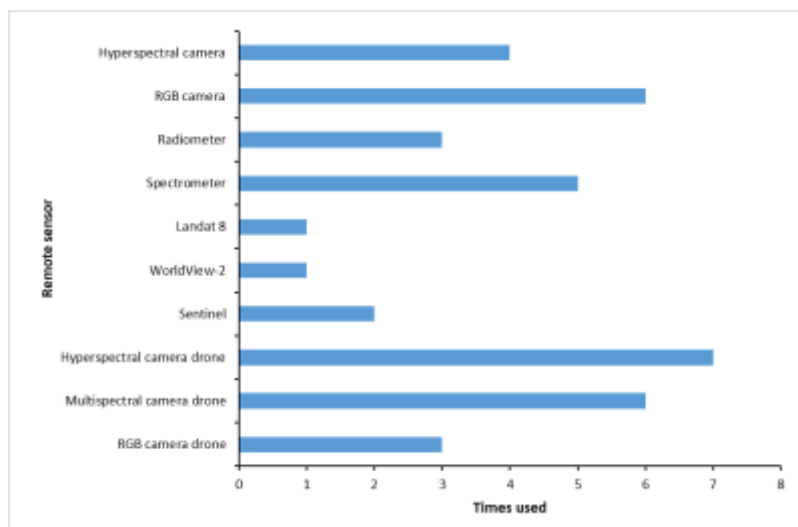
Como se observa en la Figura 2, los algoritmos más utilizados en los estudios sobre detección de Huanglongbing (HLB) mediante sensores remotos son las Redes Neuronales Artificiales (Artificial Neural Networks, ANN) y las Máquinas de Vectores de Soporte (Support Vector Machine, SVM), aplicadas 16 y 11 veces, respectivamente. Otros algoritmos reportados incluyen Análisis Discriminante Lineal (Linear Discriminant Analysis, LDA, 9 veces), Árboles de Decisión (Decision Tree, DT, 7 veces), Bosques Aleatorios (Random Forest, RF, 7 veces), k-Nearest Neighbors (kNN, 6 veces), Regresión Logística

(Logistic Regression, LR, 6 veces) y Gradient Boosting (GB, 4 veces). Es importante señalar que, aunque algunos algoritmos aparecen más frecuentemente, esto no implica necesariamente que sean los de mejor desempeño.

La pregunta de investigación tres (PI3) que trata sobre los sensores remotos más empleados para la detección de HLB de los cítricos (Figura 3), muestra una clara tendencia hacia el uso de plataformas basadas en VANTs con sensores multiespectrales e hiperespectrales para la detección del Huanglongbing (HLB) en cítricos. Los drones con cámara hiperespectral fueron los más utilizados (7 veces), seguidos de drones con cámara multiespectral (6 veces) y cámaras RGB portátiles (6 veces). Esto refleja la prioridad de obtener información espectral detallada que permita diferenciar árboles sanos de infectados, así como evaluar la severidad de la enfermedad, dado que los índices derivados de bandas hiperespectrales y multiespectrales presentan mayor sensibilidad frente a cambios fisiológicos sutiles inducidos por HLB (Abdulridha *et al.*, 2019; Lan *et al.*, 2020; Xie *et al.*, 2024).

Figura 3

Sensores remotos más utilizados para la predicción la detección de HLB.

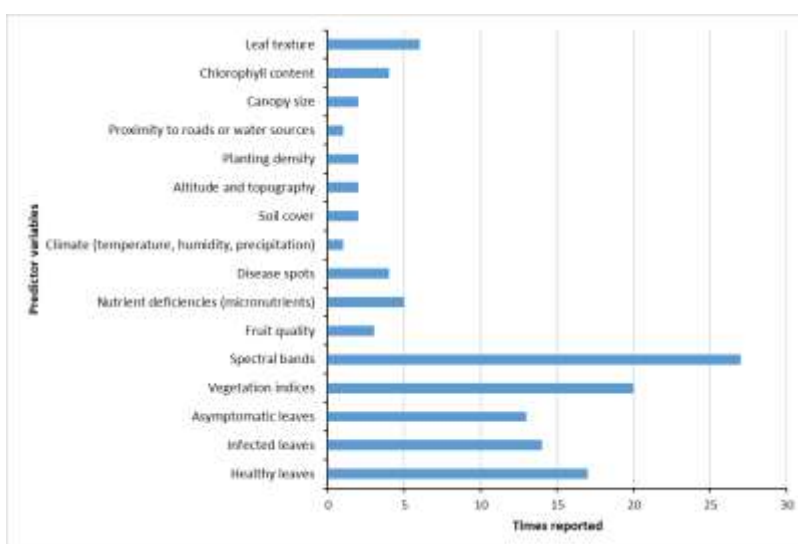


Como se muestra en la Figura 4, el análisis de las variables predictoras utilizadas en los estudios sobre la detección del Huanglongbing (HLB) mediante sensores remotos y aprendizaje automático evidencia que los enfoques se concentran principalmente en características relacionadas con el estado foliar y las propiedades espectrales. Las variables más reportadas fueron las bandas espectrales (27 veces) y los índices de vegetación (20 veces), lo que refleja la importancia de la información espectral para discriminar árboles sanos de infectados y evaluar la severidad de la enfermedad. Este patrón indica que la mayor parte de los modelos se basa en cambios fisiológicos y bioquímicos detectables mediante sensores ópticos, multiespectrales o hiperespectrales, confirmando la relevancia de la teledetección para monitoreo temprano

del HLB (Gálvez-Gutiérrez *et al.*, 2025; Pérez-Zarate *et al.*, 2025). El uso de características foliares específicas, como hojas sanas (17 veces), hojas infectadas (14 veces) y hojas asintomáticas (13 veces), subraya la necesidad de distinguir distintos estados fenotípicos para aumentar la precisión de los modelos de machine learning. Variables complementarias como textura de la hoja (6 veces) y contenido de clorofila (4 veces) también se emplean para capturar cambios sutiles en la fisiología del árbol que no son visibles a simple vista (Luo *et al.*, 2023; Frederick *et al.*, 2024; Dong *et al.*, 2025).

Figura 4

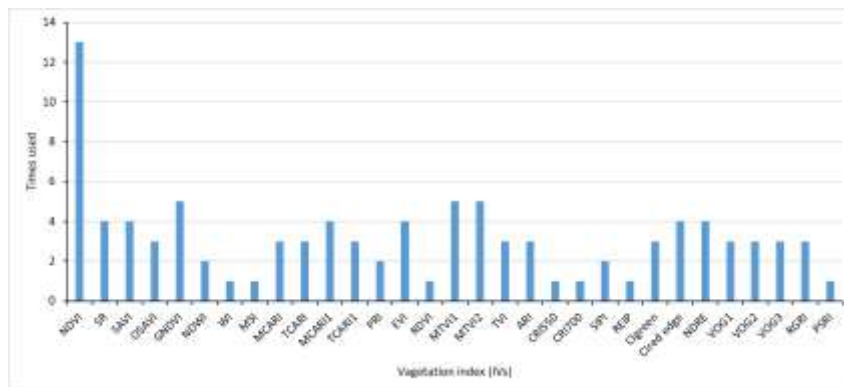
Variables predictoras más empleadas en la literatura para la detección de HLB de los cítricos usando machine learning.



El análisis de los índices de vegetación (VIs) utilizados en los estudios sobre la detección del Huanglongbing (HLB) mediante sensores remotos y aprendizaje automático (Figura 5) muestra que existe una clara preferencia por índices que capturan información espectral relacionada con la salud foliar y el contenido de clorofila. Entre los más reportados se encuentra el NDVI (13 veces), seguido por GNDVI (5 veces), MTVI1 y MTVI2 (5 veces cada uno), mientras que índices como SR, SAVI, MCARI1, NDRE y CIred edge se emplearon entre 3 y 4 veces. Esta tendencia evidencia que los investigadores priorizan índices sensibles a la actividad fotosintética y a cambios en la estructura del dosel, los cuales son fundamentales para discriminar entre árboles sanos, infectados y asintomáticos.

Figura 5

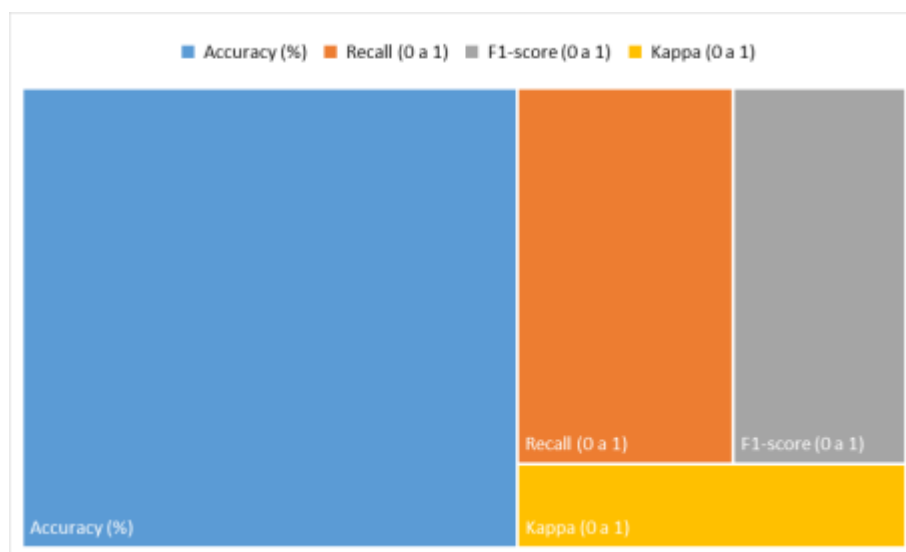
Índices de vegetación (IVs) más empleadas en la literatura para la detección de HLB de los cítricos usando machine learning.



Para contestar la pregunta de investigación cinco (PI5), sobre los parámetros de evaluación que se han empleados en la detección de HLB de los cítricos usando teledetección remota y machine learning, se agruparon todos los parámetros que se han reportado en la Figura 6.

Figura 6

Métricas de evaluación de los modelos de machine learning más usados en la literatura para la detección de HLB de los cítricos.



El análisis de las métricas de evaluación utilizadas en los estudios sobre la detección del Huanglongbing (HLB) mediante sensores remotos y aprendizaje automático muestra que la precisión (Accuracy) es la medida más reportada, utilizada en 28 ocasiones. Esto refleja la prioridad de los investigadores en cuantificar la proporción de predicciones correctas en los modelos, lo que permite una evaluación rápida y general del desempeño de los algoritmos (Deng *et al.*, 2020; Ye *et al.*, 2025). Sin embargo, otras métricas como Recall

(10 veces) y F1-score (8 veces) se emplean con menor frecuencia, a pesar de su relevancia para evaluar la capacidad de los modelos de identificar correctamente los árboles infectados y asintomáticos, especialmente en datasets desbalanceados donde los árboles sanos son más numerosos que los infectados. Estas métricas son críticas para aplicaciones de monitoreo temprano, ya que un alto Recall asegura que la mayoría de los casos de HLB sean detectados, mientras que el F1-score proporciona un balance entre precisión y sensibilidad, ofreciendo una evaluación más completa de la efectividad del modelo (Gómez-Flores *et al.*, 2022).

Para abordar la pregunta de investigación seis (PI6) en relación a los desafíos reportados en la literatura para detectar HLB de los cítricos usando teledetección remota y machine learning, se leyeron las publicaciones para ver si establecían algún problema o mejoras para modelos futuros. existen varios desafíos recurrentes reportados en la literatura. En primer lugar, la disponibilidad y calidad de los datos representa un obstáculo crítico. La heterogeneidad de los huertos, la variabilidad fenológica de los árboles y la presencia de síntomas asintomáticos dificultan la recopilación de conjuntos de datos balanceados y representativos, lo que limita la capacidad de generalización de los modelos (Chavarro-Mesa *et al.*, 2020). En segundo lugar, la selección y calibración de sensores constituye otro desafío. Aunque los UAV con cámaras hiperespectrales y multiespectrales han demostrado alta eficacia, la integración de datos de distintas plataformas (satélites, drones, sensores proximales) requiere protocolos estandarizados para minimizar la variabilidad debida a condiciones de iluminación, ángulo de adquisición y resolución espacial (Min *et al.*, 2024).

CONCLUSIONES:

La detección del Huanglongbing (HLB) en cítricos mediante sensores remotos y algoritmos de machine learning ha demostrado ser una alternativa eficaz, no invasiva y con gran potencial para el monitoreo fitosanitario. La literatura revisada muestra que los sensores multiespectrales, hiperespectrales y térmicos son los más utilizados, debido a su capacidad para identificar alteraciones fisiológicas asociadas a la enfermedad antes de que los síntomas sean visibles. Los índices de vegetación y las variables espectrales y texturales son las principales variables predictoras empleadas, mientras que algoritmos como ANN, RF y SVM han mostrado un buen desempeño en la clasificación de árboles sanos e infectados. Las métricas más frecuentes para evaluar estos modelos incluyen la accuracy, F1 score, recall y kappa, lo que permite comparar resultados entre estudios. Sin embargo, existen desafíos como la variabilidad ambiental, la falta de estandarización en las metodologías y el costo de equipos especializados, que limitan la implementación

masiva de estas tecnologías. Se destaca la necesidad de integrar bases de datos más robustas, validar modelos en condiciones reales de campo y desarrollar herramientas accesibles para productores. En conjunto, esta revisión resalta el avance significativo en el uso de tecnologías emergentes para la citricultura y señala que la combinación de sensores remotos con machine learning representa una vía prometedora para el diagnóstico temprano y la gestión sostenible del HLB.

BIBLIOGRAFÍA

Abdulridha, J., Batuman, O., and Ampatzidis, Y. 2019. UAV-based remote sensing technique to detect citrus canker disease utilizing hyperspectral imaging and machine learning. *Remote Sensing* 11(11): 1373.

Abdulridha, J., Batuman, O., and Ampatzidis, Y. 2019. UAV-based remote sensing technique to detect citrus canker disease utilizing hyperspectral imaging and machine learning. *Remote Sensing* 11(11): 1373.

Blasco, J., Cubero, S., and Moltó, E. 2016. Quality evaluation of citrus fruits. In *Computer vision technology for food quality evaluation* (pp. 305-325). Academic Press.

Cao, L., Xiao, W., Hu, Z., Li, X., and Wu, Z. 2025. Detection of Citrus Huanglongbing in Natural Field Conditions Using an Enhanced YOLO11 Framework. *Mathematics* 13(14): 2223.

Chavarro-Mesa, E., Delahoz-Domínguez, E., Fennix-Agudelo, M., Miranda-Castro, W., & Ángel-Díaz, J. E. (2020, August). Preliminary machine learning model for citrus greening disease (Huanglongbing-HLB) prediction in Colombia. In *2020 IEEE Colombian Conference on Applications of Computational Intelligence (IEEE ColCACI 2020)* (pp. 1-4). IEEE.

Chen, S., Zhai, L., Zhou, Y. A., Xie, J., Shao, Y., Wang, W., and Cen, H. 2023. Early diagnosis and mechanistic understanding of citrus Huanglongbing via sun-induced chlorophyll fluorescence. *Computers and Electronics in Agriculture* 215: 108357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108357>

Deng, X., Huang, Z., Zheng, Z., Lan, Y., and Dai, F. 2019. Field detection and classification of citrus Huanglongbing based on hyperspectral reflectance. *Computers and Electronics in Agriculture* 167: 105006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105006>

- Deng, X., Zhu, Z., Yang, J., Zheng, Z., Huang, Z., Yin, X., and Lan, Y. 2020. Detection of citrus huanglongbing based on multi-input neural network model of UAV hyperspectral remote sensing. *Remote Sensing* 12(17): 2678. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12172678>
- Dong, R., Shiraiwa, A., Ichinose, K., Pawasut, A., Sreechun, K., Mensin, S., and Hayashi, T. 2025. Hyperspectral Imaging and Machine Learning for Huanglongbing Detection on Leaf-Symptoms. *Plants* 14(3): 451.
- Frederick, Q., Burks, T., Yadav, P. K., Qin, J., Kim, M., and Dewdney, M. 2024. Classifying adaxial and abaxial sides of diseased citrus leaves with selected hyperspectral bands and YOLOv8. *Smart Agricultural Technology* 9: 100600.
- Flores, G. M., Armenta, R. A. M., & Guzmán, I. O. J. 2023. Metodología Propuesta para Identificación del Huanglongbing (HLB) en Limón Persa Mediante una Red Neuronal Artificial. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar* 7(5): 2412-2426.
- Gálvez-Gutiérrez, A. I., Afonso, F., and Martínez-Heredia, J. M. 2025. On the Usage of Deep Learning Techniques for Unmanned Aerial Vehicle-Based Citrus Crop Health Assessment. *Remote Sensing* 17(13): 2253.
- Gómez-Flores, W., Garza-Saldaña, J. J., & Varela-Fuentes, S. E. 2022. A huanglongbing detection method for orange trees based on deep neural networks and transfer learning. *IEEE Access* 10: 116686-116696.
- Khuimphukhieo, I., Chavez, J. C., Yang, C., Pasupuleti, L. A., Olaniyi, I., Ancona, V., and Enciso, J. 2024. Assessing Huanglongbing Severity and Canopy Parameters of the Huanglongbing-Affected Citrus in Texas Using Unmanned Aerial System-Based Remote Sensing and Machine Learning. *Sensors (Basel, Switzerland)* 24(23): 7646. DOI: <https://doi.org/10.3390/s24237646>
- Kitchenham, B., Charters, S., Budgen, D., Brereton, P., Turner, M., Linkman, S., and Visaggio, G., 2007. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Consultado desde: <https://userpages.uni-koblenz.de/~laemmel/esecourse/slides/slr.pdf>

- Lan, Y., Huang, Z., Deng, X., Zhu, Z., Huang, H., Zheng, Z., and Tong, Z. 2020. Comparison of machine learning methods for citrus greening detection on UAV multispectral images. *Computers and electronics in agricultura* 171: 105234. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105234>
- Li, X., Lee, W. S., Li, M., Ehsani, R., Mishra, A. R., Yang, C., & Mangan, R. L. 2015. Feasibility study on Huanglongbing (citrus greening) detection based on WorldView-2 satellite imagery. *Biosystems engineering* 132: 28-38.
- Liu, H. Q., Zhao, Z. L., Li, H. J., Yu, S. J., Cong, L., Ding, L. L., and Wang, X. F. 2023. Accurate prediction of huanglongbing occurrence in citrus plants by machine learning-based analysis of symbiotic bacteria. *Frontiers in Plant Science*: 14, 1129508.
- Luo, L., Zhang, L., Yu, G., and Liu, G. 2023. Impact of Huanglongbing on Citrus Orchards: A Spatiotemporal Study in Xunwu County, Jiangxi Province. *Agriculture* 14(1): 55.
- Matusevicius e de Castro, V. H., Parreiras, T. C., and Bolfe, É. L. 2023. Disease detection in citrus crops using optical and thermal remote sensing: A literature review. *Engenharia Agrícola* 31(1): 140-157. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v30i1.15448>
- Min, H. J., Qin, J., Yadav, P. K., Frederick, Q., Burks, T., Dewdney, M., and Kim, M. 2024. Classification of citrus leaf diseases using hyperspectral reflectance and fluorescence imaging and machine learning techniques. *Horticulturae* 10(11): 1124.
- Min, H. J., Qin, J., Yadav, P. K., Frederick, Q., Burks, T., Dewdney, M., and Kim, M. 2024. Classification of citrus leaf diseases using hyperspectral reflectance and fluorescence imaging and machine learning techniques. *Horticulturae* 10(11): 1124.
- Pérez-Zarate, L. A., Villanueva-Jiménez, J. A., Osorio-Acosta, F., García-Pérez, E., Martínez-Hernández, A., and López-Collado, J. 2025. Spectral reflectance in the detection of Persian lime (*Citrus latifolia* Tanaka) leaves infected with Huanglongbing under fertilization treatments. *Agro Productividad*.

- Porto, L. R., Abdelghafour, F., Oviedo, M., Imai, N. N., Tommaselli, A. M. G., & Bendoula, R. 2024. Use of ResNets for HLB Disease Detection on Orange Leaves Using Terrestrial Multispectral Images. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 10: 331-337.
- Sankaran, S., Maja, J. M., Buchanon, S., & Ehsani, R. (2013). Huanglongbing (citrus greening) detection using visible, near infrared and thermal imaging techniques. *Sensors* 13(2): 2117-2130.
- Sankaran, S., Maja, J. M., Buchanon, S., and Ehsani, R. 2013. Huanglongbing (citrus greening) detection using visible, near infrared and thermal imaging techniques. *Sensors* 13(2): 2117-2130.
- Slob, N., Catal, C., and Kassahun, A. 2021. Application of machine learning to improve dairy farm management: A systematic literature review. *Preventive Veterinary Medicine* 187: 105237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105237>
- Snyder, H. 2019. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research* 104: 333-339. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Van Klompenburg, T., Kassahun, A., and Catal, C. 2020. Crop yield prediction using machine learning: A systematic literature review. *Computers and Electronics in Agriculture* 177: 105709. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105709>
- Wetterich, C. B., Felipe de Oliveira Neves, R., Belasque, J., Ehsani, R., and Marcassa, L. G. 2016. Detection of Huanglongbing in Florida using fluorescence imaging spectroscopy and machine-learning methods. *Applied Optics* 56(1): 15-23.
- Xie, G., Huang, Q., Qin, Z., Lan, Z., Liang, Y., Wen, G., and Ning, X. 2024. Risk Assessment of Citrus Huanglongbing with the Support of Remote Sensing Technology. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 53(9), 141.
- Yang, D., Wang, F., Hu, Y., Lan, Y., and Deng, X. 2021. Citrus huanglongbing detection based on multi-modal feature fusion learning. *Frontiers in plant science*, 12, 809506. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.809506>

Ye, N., Mai, W., Qin, F., Yuan, S., Liu, B., Li, Z., and Qiao, X. 2025. Early detection of Citrus Huanglongbing by UAV remote sensing based on MGA-UNet. *Frontiers in Plant Science* 16: 1503645.

Yu, G., Zhang, L., Luo, L., Liu, G., Chen, Z., and Xiong, S. 2023. Mapping Insect-Proof Screened Citrus Orchards Using Sentinel-2 MSI Time-Series Images. *Remote Sensing* 15(11): 2867.

Yu, G., Zhang, L., Luo, L., Liu, G., Chen, Z., and Xiong, S. 2023. Mapping Insect-Proof Screened Citrus Orchards Using Sentinel-2 MSI Time-Series Images. *Remote Sensing* 15(11): 2867.

IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVAS EN ESTUDIANTES DE INFORMÁTICA DEL CONALEP OMETEPEC, GUERRERO

AUTORES:

Kristal Dávila Huerta, Karla Ivette Vargas Celedonio ,María Florencia Ángel Montalván ,Mayren Hilario Castillo, Raúl Mejía Ramírez

RESUMEN

La presente investigación analiza el impacto de la tecnología educativa en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de la carrera de Informática del CONALEP Ometepec, Guerrero. La educación técnica contemporánea requiere la integración de recursos digitales que fortalezcan el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas.

La población total estuvo conformada por 165 estudiantes de cuarto, quinto y sexto semestre. Mediante un muestreo estratificado proporcional, se seleccionó una muestra de 70 alumnos: 24 de cuarto, 25 de quinto y 21 de sexto semestre. La recolección de datos se realizó mediante encuestas estructuradas, y el análisis se desarrolló con técnicas estadísticas descriptivas.

Los resultados muestran que la tecnología educativa potencia la comprensión de contenidos, la motivación y la autonomía en el aprendizaje, aunque se identificaron limitaciones en conectividad, acceso a dispositivos y capacitación docente. La investigación evidencia la pertinencia de integrar recursos tecnológicos en la educación técnica, contribuyendo a procesos de enseñanza más efectivos y al desarrollo de competencias acordes con las demandas del siglo XXI.

PALABRAS CLAVE: Tecnología educativa, habilidades cognitivas, estudiantes de informática, aprendizaje, innovación pedagógica

INTRODUCCIÓN:

La educación se encuentra en un proceso de transformación constante debido a la incorporación de tecnologías digitales. La carrera de Informática del CONALEP Ometepec requiere que los estudiantes desarrollen competencias técnicas y cognitivas que respondan a las exigencias de un mundo globalizado. La integración de la tecnología educativa se presenta como una herramienta clave para fomentar habilidades como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y la autonomía.

Este estudio surge de la necesidad de evaluar cómo las herramientas tecnológicas impactan el aprendizaje de los estudiantes, considerando tanto sus beneficios como las limitaciones que enfrentan. Se trabajó con una población de 165 estudiantes, y se seleccionó una muestra de 70 alumnos: 24 de cuarto, 25 de quinto y 21 de sexto semestre, mediante un muestreo estratificado proporcional para garantizar representatividad y precisión en los resultados.

Los objetivos del estudio incluyen analizar el impacto de la tecnología en habilidades cognitivas, identificar herramientas utilizadas, evaluar dificultades en la implementación y proponer estrategias pedagógicas efectivas. La relevancia de la investigación radica en aportar evidencia sobre la pertinencia de integrar recursos tecnológicos en la educación técnica, mejorando la calidad del aprendizaje y preparando a los estudiantes para los desafíos profesionales.

Diversos estudios previos muestran que la tecnología educativa mejora la motivación y la comprensión de conceptos complejos, aunque también evidencian desafíos en infraestructura y capacitación docente, lo que refuerza la necesidad de investigaciones locales. En conclusión, este estudio busca proporcionar un análisis integral sobre el impacto de la tecnología educativa en estudiantes de informática, con implicaciones para la práctica pedagógica y futuras investigaciones.

MARCO TEÓRICO:

La tecnología educativa se define como el conjunto de herramientas, recursos y estrategias basadas en tecnología que se emplean con fines pedagógicos para facilitar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Su aplicación en contextos educativos busca optimizar la adquisición de conocimientos, promover la participación activa de los estudiantes y desarrollar competencias cognitivas y socioemocionales esenciales. Entre las herramientas más comunes se encuentran plataformas digitales, simuladores, software educativo, aplicaciones interactivas, recursos multimedia y aulas virtuales, las cuales permiten al estudiante interactuar con los contenidos de manera dinámica, favoreciendo la comprensión profunda y la retención de información.

El aprendizaje cognitivo se centra en los procesos mentales involucrados en la adquisición y utilización del conocimiento. Este enfoque destaca la importancia de habilidades como la atención, la memoria, el razonamiento, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. La relación entre tecnología educativa y aprendizaje cognitivo se manifiesta en cómo los recursos digitales facilitan la práctica activa, la retroalimentación inmediata y la personalización del aprendizaje, factores que contribuyen a la consolidación de habilidades cognitivas en los estudiantes.

Entre las teorías de aprendizaje más relevantes para este estudio se encuentra el constructivismo, que sostiene que el conocimiento se construye de manera activa a través de la interacción con el entorno y la reflexión sobre la experiencia. Según Piaget y Vygotsky, los estudiantes aprenden mejor cuando participan en actividades significativas, resuelven problemas reales y colaboran con sus compañeros. La tecnología educativa proporciona escenarios interactivos que fomentan esta construcción activa del conocimiento. Asimismo, el aprendizaje significativo de Ausubel enfatiza la importancia de relacionar los nuevos contenidos con los conocimientos previos del estudiante, facilitando la comprensión y la retención. Los

recursos tecnológicos, al permitir la visualización de conceptos abstractos y la simulación de situaciones prácticas, apoyan directamente este tipo de aprendizaje.

El estado del arte revela que la implementación de tecnología educativa en la educación técnica y profesional ha generado impactos positivos en el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades cognitivas. Diversos estudios han demostrado que el uso de plataformas virtuales, laboratorios digitales y herramientas de gamificación incrementa la motivación, la autonomía y la participación de los estudiantes. Sin embargo, también se identifican retos relacionados con la brecha tecnológica, la falta de infraestructura adecuada y la necesidad de capacitación docente para el manejo efectivo de estas herramientas. En el contexto del CONALEP, estas condiciones son particularmente relevantes, dado que los estudiantes de informática requieren combinar conocimientos teóricos con habilidades prácticas altamente especializadas.

Desde el punto de vista normativo, la educación técnica en México se rige por la Ley General de Educación y los lineamientos del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (SNET), los cuales promueven la integración de la tecnología como recurso pedagógico para garantizar la calidad y pertinencia de la formación. En el CONALEP, los reglamentos internos refuerzan la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas en los planes de estudio, asegurando que los estudiantes desarrollen competencias acordes con las demandas del sector productivo y de la sociedad contemporánea.

La relación entre la tecnología educativa y el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de informática se evidencia en la manera en que los recursos digitales permiten experimentar, analizar y resolver problemas complejos de forma práctica y autónoma. El uso de simuladores, programas de programación y plataformas interactivas facilita la comprensión de conceptos abstractos y promueve el pensamiento crítico, la capacidad de planificación y la toma de decisiones fundamentadas. Además, la retroalimentación inmediata que proporcionan estas herramientas contribuye al aprendizaje autorregulado, al permitir que los estudiantes identifiquen errores, reflexionen sobre sus procesos y ajusten sus estrategias. En conclusión, la tecnología educativa constituye un elemento clave para el fortalecimiento de las habilidades cognitivas en estudiantes de informática, al ofrecer oportunidades para aprender de manera activa, significativa y contextualizada. Su adecuada integración en los planes de estudio no solo mejora el desempeño académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los retos profesionales del siglo XXI, fomentando competencias como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la autonomía. La evidencia teórica y empírica respalda la implementación de recursos tecnológicos como una estrategia eficaz para potenciar el aprendizaje y garantizar la formación integral de los futuros profesionistas en el área de informática.

OBJETIVO GENERAL:

Analizar el impacto de la tecnología educativa en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de la carrera de Informática del CONALEP Ometepec.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- **Identificar** las herramientas tecnológicas empleadas por los estudiantes durante su proceso de aprendizaje.
- **Evaluar** la influencia de la tecnología en el desarrollo de habilidades cognitivas, como pensamiento crítico, resolución de problemas y creatividad.
- **Examinar** las dificultades que enfrentan estudiantes y docentes en la implementación de recursos tecnológicos.
- **Proponer** estrategias pedagógicas que optimicen el uso de la tecnología educativa para mejorar la formación académica.

METODOLOGÍA

Enfoque de la investigación:

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, dado que se buscó medir de manera objetiva la relación entre el uso de la tecnología educativa y el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes. Este enfoque permite generar datos numéricos que facilitan la interpretación y comparación de resultados, así como la identificación de patrones en el comportamiento de los participantes respecto al uso de herramientas digitales.

Diseño y tipo de investigación:

Se empleó un diseño no experimental, descriptivo, porque no se manipularon variables independientes, sino que se observó y registró la realidad existente respecto al uso de la tecnología educativa. La investigación descriptiva permite caracterizar la situación actual, identificar tendencias y generar información confiable para la toma de decisiones pedagógicas.

Población y muestra:

La población estuvo constituida por **165 estudiantes de la carrera de Informática**, distribuidos en cuarto, quinto y sexto semestre. Para garantizar la representatividad, se aplicó un muestreo estratificado proporcional, seleccionándose una **muestra de 70 estudiantes, integrada por 24 de cuarto, 25 de quinto y 21 de sexto semestre**. Este procedimiento asegura que cada semestre esté adecuadamente representado y que los hallazgos reflejen la diversidad del grupo estudiado.

Instrumentos y técnicas de recolección de datos:

Se utilizó una encuesta estructurada, validada por expertos en educación y tecnología, compuesta por ítems cerrados y de opción múltiple, diseñada para evaluar el uso de herramientas tecnológicas y su relación con el desarrollo de habilidades cognitivas. La encuesta abordó dimensiones como frecuencia de uso, tipos de recursos digitales, percepción sobre su eficacia, y dificultades encontradas en el aprendizaje con tecnología.

Sistematización y análisis de datos:

Los datos recopilados se tabularon y se analizaron mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias y porcentajes para cada ítem. Este análisis permitió identificar patrones de uso de tecnología, grado de desarrollo de habilidades cognitivas y principales limitaciones enfrentadas por los estudiantes. Los resultados se interpretaron en función de los objetivos de investigación y se contrastaron con estudios previos y teorías sobre aprendizaje y tecnología educativa.

Ética de la investigación:

Se respetaron los principios éticos, garantizando la confidencialidad de la información y el consentimiento informado de todos los participantes. Los estudiantes participaron de manera voluntaria, asegurando que sus respuestas fueran anónimas y utilizadas únicamente con fines académicos.

Conclusión metodológica:

La combinación de un enfoque cuantitativo, un diseño descriptivo y un muestreo estratificado proporcional permitió obtener información confiable y representativa sobre la influencia de la tecnología educativa en el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes de informática del CONALEP Ometepéc. Este diseño asegura que los resultados sean aplicables para orientar estrategias pedagógicas y futuras investigaciones en el contexto educativo técnico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Resultados:

Los datos obtenidos de la muestra de 70 estudiantes indican que el uso de plataformas digitales, aplicaciones interactivas y simuladores contribuye significativamente a la comprensión de contenidos y a la adquisición de habilidades cognitivas. Se observó un incremento en la motivación y la participación activa de los estudiantes cuando emplean herramientas tecnológicas, así como un desarrollo notable en la autonomía para resolver problemas y realizar tareas de manera independiente.

El análisis por semestre mostró que los estudiantes de cuarto semestre utilizaron principalmente plataformas educativas básicas y recursos multimedia, mientras que los de quinto y sexto semestre emplearon herramientas más especializadas, como programas de programación y simuladores técnicos, lo que refleja un progreso en la integración tecnológica conforme avanzan en su formación.

Entre las limitaciones identificadas destacan: conectividad irregular, desigualdad en el acceso a dispositivos digitales y capacitación docente insuficiente, lo que afecta la uniformidad del aprendizaje y la efectividad de los recursos tecnológicos. A pesar de estas limitaciones, los estudiantes percibieron una mejora en la comprensión de los contenidos y en el desarrollo de habilidades cognitivas fundamentales.

Discusión:

Los hallazgos coinciden con investigaciones previas que muestran que la integración de tecnología educativa en la enseñanza técnica promueve el aprendizaje significativo y fortalece competencias cognitivas, especialmente cuando se combinan estrategias activas con recursos digitales. El aumento de motivación, autonomía y pensamiento crítico observado en los estudiantes confirma la efectividad de la tecnología como recurso pedagógico.

No obstante, las limitaciones evidenciadas reflejan la necesidad de políticas institucionales que garanticen equidad en el acceso a tecnología, así como programas de capacitación docente que les permitan aprovechar al máximo los recursos digitales. Estos resultados muestran que la tecnología educativa por sí sola no garantiza el éxito en el aprendizaje, sino que debe integrarse de manera planificada y acompañada de estrategias pedagógicas efectivas.

En síntesis, el estudio evidencia que la correcta implementación de tecnología educativa fortalece las habilidades cognitivas y mejora los procesos de aprendizaje, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos profesionales y tecnológicos del siglo XXI.

CONCLUSIONES:

El análisis realizado demuestra que la tecnología educativa constituye una herramienta clave para el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes de informática del CONALEP Ometepe. La muestra de 70 estudiantes permitió obtener resultados representativos y confiables que reflejan la realidad del grupo, evidenciando cómo el uso de plataformas digitales, simuladores y recursos interactivos incrementa la comprensión de contenidos, la motivación, la participación y la autonomía de los estudiantes.

Se concluye que la integración adecuada de la tecnología educativa fortalece competencias cognitivas esenciales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y la autorregulación del aprendizaje. Estas habilidades son fundamentales en la formación técnica, ya que preparan a los estudiantes para enfrentar retos académicos y profesionales, así como para adaptarse a entornos laborales cada vez más digitalizados.

Asimismo, se identificaron limitaciones que requieren atención, como la conectividad irregular, la falta de dispositivos adecuados y la capacitación insuficiente del personal docente, lo que puede generar desigualdades en los resultados del aprendizaje. Estos hallazgos resaltan la importancia de diseñar

estrategias institucionales que garanticen un acceso equitativo a la tecnología y fortalezcan la formación de los docentes en el manejo de recursos educativos digitales.

En términos de aplicabilidad, los resultados sugieren que la implementación de programas tecnológicos estructurados y adaptados a las necesidades de los estudiantes contribuye a mejorar la calidad educativa, incrementando la efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo integral de competencias cognitivas. La evidencia recopilada también aporta información valiosa para la toma de decisiones pedagógicas y la planificación de futuras estrategias educativas.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones amplíen la muestra, incorporen metodologías mixtas y evalúen de manera integral la percepción de estudiantes y docentes sobre el uso de la tecnología educativa, con el fin de obtener un panorama más completo de su impacto y optimizar su integración en la educación técnica. Estos estudios permitirán fortalecer la pertinencia, eficacia y sostenibilidad de los programas de tecnología educativa, contribuyendo al desarrollo profesional y cognitivo de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Castillo-Canales, D., et al. (2023). Panorama y desafíos de la tecnología educativa en América Latina y el Caribe. Southern Voice. Recuperado de <https://southernvoice.org/wp-content/uploads/2024/04/Tecnologia-educativa-LAC-Castillo-et-al-2023.pdf>

Chimbolema-Áviles, M. M. (2025). La implementación de tecnologías educativas aporta en el rendimiento académico de los estudiantes. REI Comunicar. Recuperado de <https://reicomunicar.org/index.php/reicomunicar/article/view/419>

Murrieta, G. V. R. (2023). Modelo constructivista y su aplicación en el proceso educativo. Dialnet. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9235339.pdf>

Ortiz, P. N. C., et al. (2024). Constructivismo y la diversidad de estilos de aprendizaje: una aproximación hacia la comprensión de aprender. Ideas y Voces, 4(1), 64–85. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/380623201_Constructivismo_y_la_diversidad_de_estilos_de_aprendizaje_una_aproximacion_hacia_la_comprension_de_aprender

RedEduca. (2023). El constructivismo en la educación: principios y beneficios. Recuperado de <https://www.rededuca.net/blog/educacion-y-docencia/constructivismo-en-educacion>

UNESCO. (2023). Tecnología en la educación: Informe GEM 2023. Recuperado de [https://www.unesco.org/gem-](https://www.unesco.org/gem-report/sites/default/files/medias/fichiers/2023/07/7952%20UNESCO%20GEM%202023%20Summary_ES_Web.pdf)

[report/sites/default/files/medias/fichiers/2023/07/7952%20UNESCO%20GEM%202023%20Summary_ES_Web.pdf](https://www.unesco.org/gem-report/sites/default/files/medias/fichiers/2023/07/7952%20UNESCO%20GEM%202023%20Summary_ES_Web.pdf)

LA INSTRUCCIÓN HUMANISTA EN LA INGENIERÍA: UN IMPERATIVO PARA LA RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES

HUMANISTIC INSTRUCTION IN ENGINEERING: AN IMPERATIVE FOR THE RESOLUTION OF SOCIO-ENVIRONMENTAL CONFLICTS

AUTORA

Sofía Juárez Palacios

RESUMEN

El presente trabajo analiza la importancia de integrar las humanidades en la formación académica de los ingenieros como herramienta fundamental para la visibilización de conflictos socioambientales contemporáneos. A través de un análisis documental, se examina la transición de los modelos STEM a STEAM y se discuten dilemas éticos actuales, como el impacto ambiental de la Inteligencia Artificial y los sesgos algorítmicos. El artículo concluye que un pensamiento crítico y humanista permite la creación de soluciones *ad hoc* en una sociedad globalizada, priorizando el bienestar colectivo sobre el interés técnico o lucrative

PALABRAS CLAVE: Ingeniería, Humanidades, STEAM, Ética, Sostenibilidad, Pensamiento Crítico.

ABSTRACT: This paper analyzes the importance of integrating the humanities into the academic preparation of engineers as a fundamental tool for making contemporary socio-environmental conflicts visible. Through a documentary analysis, the transition from STEM to STEAM models is examined, and current ethical dilemmas are discussed, such as the environmental impact of Artificial Intelligence and algorithmic biases. The article concludes that critical and humanistic thinking allows for the creation of ad hoc solutions in a globalized society, prioritizing collective well-being over technical or profit-driven interests.

KEY WORDS: Engineering, Humanities, STEAM, Ethics, Sustainability, Critical Thinking.

INTRODUCCIÓN

Desde colonizar Marte hasta ayudar a curar el cáncer, ese es el peso que llevan los ingenieros en sus hombros. La ingeniería por lo general se ha visto como el área más fría del conocimiento, con mucha matemática, pero poco corazón. Sin embargo, hay temas que forzosamente necesitan meditar más allá de la cabeza. Vivimos en una época en donde el mundo ya no es un lugar tan grande, no obstante, este está lleno de absurdos. Mientras que la información se comunica en

segundos y la industria crece a diario, miles de personas se enfrentan a que nadie los oiga ni los ayude y que la brecha entre clases sea mayor, trayendo más pobreza a los que de por sí tenían pocos recursos. En este panorama, las personas cada vez más indiferentes siguen su camino sin afligirse ante las noticias de la guerra y crímenes de estado, a los incendios y sequías por calentamiento global, a las crisis humanitarias por falta de recursos, implicando que quizás la educación que recibimos no basta.

El saber de las materias te puede hacer un buen alumno, pero no el tipo de ingeniero que se necesita en este momento de ultimátum mundial, porque se sabe que no nos queda mucho tiempo en el mundo como aparentemente se le conoce. Pensamiento crítico y valores son elementos que se necesitan como ingeniero para crear soluciones *ad hoc*, en la sociedad actual. Innovar por innovar no resuelve nada. Pensar por pensar no ayuda a nadie. Por tanto, se necesitan ingenieros completos, que vean más allá de la ciencia para hacer un cambio en nuestro planeta, pero para eso se les tiene que preparar en más ámbitos que su malla curricular, sino ¿cómo se espera que propongan soluciones a problemas socioambientales que ni siquiera conocen?

Es por eso que una instrucción humanista dentro de la formación de los ingenieros podría contribuir a la visibilización de conflictos socioambientales actuales, fomentando la creación de soluciones que sigan un sistema de valores, utilizando un pensamiento crítico que tenga como objetivo contribuir positivamente con la sociedad.

MARCO TEÓRICO

La ingeniería, definitivamente, está presente para resolver conflictos de la sociedad, sin embargo, en un mundo tan complejo y con tanta información no se puede abarcar todo el conocimiento. Específicamente, esto causa que los ingenieros se tengan que especializar dentro de su área y no logren una educación completa e interdisciplinar.

En primer lugar, hablando de la inclusión de las artes en ingeniería, se tiene la sigla STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas por siglas en inglés por la Fundación Nacional de Ciencia de Estados Unidos) que se inventó alrededor del 2001, con la finalidad de enseñarles a los niños y adolescentes cómo se complementaban las ciencias exactas con la ingeniería. Aun así, poco tiempo después se dieron cuenta de que faltaba: la “A” (de arts en inglés), cambiando a ser STEAM (Oner et al. 2016). De igual manera, se dieron cuenta que las disciplinas STEM necesitan de la parte

creativa para poder llevarse a cabo, al final del día: “The arts contribute to STEM education by exposing students to a different way of seeing the world ” (Watson y Watson, 2013). La ingeniería sigue metodologías, no obstante, en lo que convergen es en la necesidad de crear, inventar e innovar, procesos para los cuales una formación fuera de la ingeniería es vital (Watson y Watson, 2013).

Sin embargo, esta idea no es ni tan reciente como la primera década de nuestro siglo. De hecho, el Ing. Herbert Böhler desde 1963 declaró que:

Siempre se ha hablado de que el avance de la tecnología ha superado al paralelo desarrollo social, humanístico, y ético del hombre, y que muchos de los desequilibrios de la sociedad actual se deben a una organización técnica muy perfeccionada, unida a una falta de sensibilidad colectiva, de visión general, que va minando poco a poco su estructura moral. (ctd. en Weyerstall, 2020)

Del mismo modo, los códigos de ética que se enseñan, mayormente, no son los que se aplican en el mundo laboral debido a que muchas veces los proyectos socioambientales son los menos lucrativos, siendo únicamente los valores de cada uno los que hacen posible un mejor futuro. En pleno siglo XXI, donde el mundo cada vez se cae a pedazos más rápido, pareciera como si tener dinero fuera más importante que ser una persona consciente.

Existe un código de ética hecho por la National Society of Engineering (EE. UU) en 2019, el cual menciona desde un inicio que una de las principales labores de los ingenieros es “Hold paramount the safety, health, and welfare of the public” (National Society of Professional Engineers, 2019). Sin embargo esto no siempre se sigue. También existen escritos para proteger a la sociedad de posibles proyectos dañinos como los Seis Principios de Sustentabilidad del Engineering Council (Reino Unido), los cuales mencionan que: “We must identify options that take account of global, economic, social and environmental outcomes and be prepared to influence decision-makers who authorise projects to go ahead” (Bogle y Seaman, 2025). Intentar tomar decisiones en un mundo donde se pretende realizar acciones correctas parece ser remar en contra, pero es más difícil aceptar que no hay forma de salvarse del acantilado.

Finalmente, hablando de la inclusión, el introducir a mujeres, personas de color, LGTB, con discapacidad, etc. en grupos de innovación tecnológica, sin duda, permite crear soluciones

pensadas críticamente con un impacto más amplio en la sociedad al tener más puntos de vista. Al final del día, aquello que no te afecta, no lo ves, mas no por esto significa que a nadie más le afecte ni lo note. Así, tener equipos multiculturales y variados permite mayor amplitud a las resoluciones creadas a un mayor número de problemáticas de índoles diferentes. Al vivir en un mundo globalizado, es poco coherente que de una muestra pequeña de ingenieros se busque dar soluciones a los problemas de toda la gente.

OBJETIVO GENERAL

Demostrar la importancia de integrar una formación humanista y el pensamiento crítico en el currículo de ingeniería como elementos fundamentales para la identificación de conflictos socioambientales y el desarrollo de soluciones tecnológicas éticas y sostenibles.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mostrar la estrecha relación entre los avances de ingeniería y un pensamiento humanista.
- Discutir el avance de las ramas de estudio en el ámbito de las ingenierías con respecto a los cambios sociales.
- Analizar los códigos de ética de los ingenieros de frente a las inversiones en proyectos socioambientales

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de alcance descriptivo, empleando como estrategia principal la investigación documental. El proceso metodológico se estructuró en las siguientes cuatro fases:

- **Fase 1: Recopilación y curaduría de fuentes.** Se realizó una búsqueda sistemática de literatura académica, códigos éticos y reportes de organismos internacionales relacionados con la ética en la ingeniería y el modelo educativo STEAM. Se seleccionaron fuentes que permitieran contrastar el avance tecnológico frente al desarrollo humano.
- **Fase 2: Análisis de indicadores socioambientales.** Se recolectaron y analizaron datos estadísticos comparativos sobre la inversión en tecnologías emergentes, específicamente Inteligencia Artificial, frente a la inversión en recursos básicos y sostenibilidad en el contexto mexicano. Este análisis permitió establecer la brecha entre el interés lucrativo y el bienestar social.

- **Fase 3: Identificación de sesgos técnicos.** Se examinaron casos de estudio documentados sobre sesgos algorítmicos raciales y brechas de género en la investigación biomédica y tecnológica. El objetivo fue determinar cómo la falta de diversidad en los equipos de diseño afecta la universalidad de las soluciones de ingeniería.
- **Fase 4: Síntesis y propuesta integradora.** A partir del cruce de información entre los marcos éticos y los resultados de los casos de estudio, se procedió a estructurar una propuesta que justifica la inclusión de las humanidades como un eje transversal en la formación del ingeniero para mitigar los impactos negativos detectados.

RESULTADOS PARCIALES Y DISCUSIÓN

Con respecto al impacto ético y tecnológico y la postura que se está tomando actualmente, la IA es un caso muy cotidiano que afirma que los códigos de ética y valores no se están siguiendo de forma regular, ya que muy pocos conocen los verdaderos impactos que esta tiene a nivel social, ambiental y económico. Es importante considerar que los centros de datos para la IA son enormes, sin embargo, el hecho de que esta pueda filtrar, extraer y procesar información hacen que una búsqueda en esta consuma diez veces más energía que una búsqueda normal en la red.

Esto mismo ocasiona que se necesite más electricidad (siendo extraída en su mayoría de combustibles fósiles), así como una gran cantidad de agua para lograr enfriar sus servidores, siendo un fantasma que poco a poco acaba con nuestros recursos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2024). Particularmente en México, se estima que la inversión para la IA en 2024 fue de 98 MDD, mientras que la inversión para el cuidado del agua entre 2025-2030 fue de sólo 123 MDP, siendo solo un 1.32% de la inversión considerando que el agua para el proyecto es por cinco años (Riquelme párr.1 ; Comisión Nacional del Agua, 2025).

Por otro lado, no todo depende de los valores ni los códigos de ética de cada ingeniero. El impacto que tienen los proyectos no solo depende de que quien los haya hecho sea “buena persona” o haya tenido una “buena intención”. Al final, los proyectos a escala global son estructuras complejas, en las cuales, a veces, no se logra visibilizar la red completa de trabajo, ya que este cambio involucra políticas públicas, educación y trabajo colaborativo. A pesar de esto, sin intentar un cambio por minúsculo que sea dentro de la red global, nunca se logrará infiltrarse en la gran red creada.

El ingeniero que actúa éticamente bien no es sólo quien no entra en problemas legales, sino quien es consciente de que su trabajo puede beneficiar a su persona y a los demás. Al fin y al cabo, en el ingeniero esta la posibilidad de transformar su alrededor para sacar verdadero provecho de él, mejorarlo y beneficiar la calidad de vida de todos nosotros (Minería UNAM, 2025).

Del mismo modo, los resultados obtenidos revelan una desconexión entre el avance técnico y el compromiso ético-social, como fue gracias a Buolamwini, quien es una activista que se dio cuenta que muchos algoritmos de grandes empresas relacionados a reconocimiento facial no funcionaba con ella al ser de color (Ferrante, 2021). Ante ello, Buolamwini creó la Liga por la Justicia Algorítmica con tal de crear conciencia de los impactos de la IA y mitigar los sesgos dañinos (*Algorithmic Justice League - Unmasking AI Harms and Biases*, 2025).

Otro ejemplo en el que se espera generalizar este fenómeno es con la brecha de género en salud (tomando en cuenta la biomedicina, nanomedicina, etc). A pesar de que las mujeres son el 49.7% de la población mundial, solo el 5% de la financiación que se destina para investigación en salud está destinado para ellas (World Economic Forum, 2025). Esto va muy relacionado a que la mayoría de personas en puestos de poder, específicamente en el área de salud, son hombres y el número de mujeres dentro de este sector no parece aumentar en los últimos años (García-Calvente et al. 2015). De igual manera, esto afecta en demasía ya que retrasa el progreso y avances en la resolución de enfermedades que al final del día afectan a la mitad de la población.

Ahora bien, es sabido que cada persona tiene necesidades diferentes, pero también que dos cabezas piensan mejor que una. Por ello habría que considerar que trabajar en grupos más variados beneficia a que se generen mejores ideas, puesto que:

Las particularidades y complejidades que hacen de cada grupo étnico, social, económico, religioso y cultural algo único contribuyen a que cada persona entienda y aplique determinados conceptos e ideas, de tal manera que sólo pueden ser correctamente interpretados si cada distintivo y cada experiencia es estudiada y analizada con cuidado. (Biswas, 2025)

Al mismo tiempo, es importante tomar en cuenta que existe una incidencia mayúscula del contexto y los recursos en el que se desarrollan las personas. En conclusión, depende mucho del rumbo que va tomando el proyecto y de quienes lo financian para notar cómo se desarrollan. Aun así, proyectos

inclusivos y sostenibles pueden abrirse camino a través de los obstáculos que se les pongan: “La sostenibilidad entonces garantiza cohesión entre contextos y culturas, logrando una mejor calidad de vida con riqueza equitativa al ser amigables con el medio ambiente” (Martinez-Duque et al., 2021). Por lo que es importante recordar que sociedad, medio ambiente y economía no tienen razón para ser mutuamente excluyentes.

CONCLUSIONES

De acuerdo con lo dicho anteriormente, el salirse de la formación clásica de ingeniería y añadir materias de humanidades puede ayudar a los ingenieros a formar su sistema de valores. Asimismo, el pensamiento crítico puede ayudar positivamente con la resolución de conflictos socioambientales y priorizar el avance sostenible a diferencia de la enseñanza de conceptos discontinuados. Esto se abordó en el trabajo con diversos datos, ejemplos de casos a nivel mundial, definiciones y códigos en los que se ejemplifica dicho enunciado, al resaltar la necesidad de creatividad, empatía y conciencia que implica hacer un buen trabajo como ingeniero moderno.

Al analizar los tres subtemas presentados, se logró cumplir con el objetivo principal al mostrar la estrecha relación entre los avances de ingeniería y un pensamiento crítico y humanista. Para satisfacer los primeros dos objetivos específicos, se destacó la importancia de la creatividad y el conocimiento interdisciplinario, al igual que la importancia de los valores y códigos de ética dentro de una profesión con tanto impacto social y ambiental, puesto que esa labor está ligada hacia dónde va la tecnología y la manera en la que la sociedad se seguirá desarrollando. Del mismo modo, para cumplir el tercer objetivo no solo se criticaron los avances de la tecnología actual, sino que además se analiza de qué manera esta puede mejorar incrementando el beneficio que le da a la sociedad los nuevos inventos y sus mejoras al tener grupos de trabajo con distintos pasados y diferentes necesidades, ya que así se crearían soluciones *ad hoc* al mundo globalizado e interconectado en el que vivimos.

A pesar de que varios académicos aceptan la importancia de la enseñanza de temas humanísticos en el área de ingeniería y algunos ya lo incluyen en sus programas de estudio, realmente no existen estudios que comparen el desempeño de ingenieros con y sin esta formación, lo que hasta cierto punto pone en duda esta afirmación. Además, aunque se tengan consideradas en el programa materias de esta índole, es completamente responsabilidad del alumno el aprovecharlas y expandir

su conocimiento general de su entorno y el mundo, ya que, si solo el objetivo es asentar una calificación aprobatoria, entonces será muy difícil que estas tengan un impacto mayor dentro de su carrera y futuro profesional. En consecuencia, todos estos propósitos tendrían un impacto negativo, al crear que los estudiantes vean estos temas de modo totalmente obligatorio en su programa de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Algorithmic Justice League. (2025, 15 de junio). *Unmasking AI harms and biases*.

<https://www.ajl.org/>

Biswas, A. (2025, 14 de junio). *La tercera ola feminista: cuando la diversidad, las particularidades y las diferencias son lo que cuenta*. Universidad Autónoma Metropolitana.

<https://www.uam.mx/difusion/revista/sep2004/biswas.html>

Bogle, D., & Seaman, M. (2025, 12 de junio). *The six principles of sustainability*. Engineering Council.

<https://www.engc.org.uk/engcdocuments/internet/website/tce%20article%20on%20sustainability%20March%202010.pdf>

Comisión Nacional del Agua. (2025, 12 de marzo). *Impulsa Gobierno de México, inversión de casi 123 mil MDP para 17 proyectos estratégicos de agua, que beneficiarán a 36 millones de personas*. Gob.mx. <http://www.gob.mx/conagua/prensa/impulsa-gobierno-de-mexico-inversion-de-casi-123-mdp-para-17-proyectos-estrategicos-de-agua-que-beneficiaran-a-36-millones-de-personas>

Ferrante, E. (2021). Inteligencia artificial y sesgos algorítmicos. *Nueva Sociedad*, (294), 29-36.

https://static.nuso.org/media/articles/downloads/1.TC_Ferrante_294.pdf

García-Calvente, M. M., Arana-Cañedo-Argüelles, M., del Río-Lozano, M., & Sánchez-Cantalejo, C. (2015). Desigualdades de género en la investigación en salud pública y epidemiología en España (2007-2014). *Gaceta Sanitaria*, 29(6), 404-411.

<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2015.07.013>

Martínez-Duque, D., et al. (2021). Inclusión de ingeniería sostenible en el contexto regional. *Formación universitaria*, 14(5), 11-18. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000500011>

Minería UNAM. (2025, 13 de junio). *Ingeniería y Humanismo*. Diplomado Desarrollo de Habilidades Directivas. <https://www.mineria.unam.mx/diplomado-desarrollo-de-habilidades-directivas-2025-2-DDA16-2025>

National Society of Professional Engineers. (2019, julio). *Code of ethics for engineers*. <https://www.nspe.org/sites/default/files/resources/pdfs/Ethics/CodeofEthics/NSPECodeofEthicsforEngineers.pdf>

Oner, A. T., Nite, S. B., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2016). From STEM to STEAM: Students' beliefs about the use of their creativity. *The STEAM Journal*, 2(2). <https://scholarship.claremont.edu/steam/vol2/iss2/6>

Otegui, P. (2010). Egoísmo-altruismo: un desafío mundial. *Revista Empresa y Humanismo*, 9(2), 137-158. <https://doi.org/10.15581/015.9.33322>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2024, 21 de septiembre). La IA plantea problemas ambientales. Esto es lo que el mundo puede hacer al respecto.

<https://www.unep.org/noticias-y-reportajes/reportajes/la-ia-plantea-problemas-ambientales-esto-es-lo-que-el-mundo-puede>

Riquelme, R. (2024, 21 de mayo). Inversión en plataformas de IA en México será de 98 millones de dólares en 2024. *El Economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/Inversion-en-plataformas-de-IA-en-Mexico-sera-de-98-millones-de-dolares-en-2024-20240521-0091.html>

Watson, A. D., & Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. *The Journal for Quality & Participation*.
https://www.academia.edu/8766909/Transitioning_STEM_to_STEAM_Reformation_of_Engineering_Education

Weyerstall, W. M. (2020). Humanismo para ingenieros, un dilema de hierro. *Tecnología & Sociedad Buenos Aires*, 125-130. <https://repositorio.uca.edu.ar/simple-search?filterquery=rp07517>

World Economic Forum. (2025, 7 de mayo). *Salud de la mujer: Por qué hay que invertir en una oportunidad de 1 billón de dólares*. Foro Económico Mundial.
<https://es.weforum.org/stories/2025/05/la-salud-de-la-mujer-es-una-oportunidad-de-1-billon-de-dolares-que-exige-una-mayor-inversion/>

MAPAS CONCEPTUALES COMO ESTRATEGIA PARA CONCEPTUALIZAR EL LENGUAJE**GEOMÉTRICO EN SECUNDARIA MEDIANTE RECURSOS INTERACTIVOS***CONCEPT MAPS AS A STRATEGY TO CONCEPTUALIZE GEOMETRIC LANGUAGE IN SECONDARY SCHOOL USING INTERACTIVE RESOURCES***AUTORES***Manuel Atenógenes Calles Rodríguez¹***RESUMEN**

En secundaria, una dificultad persistente en geometría no es “la fórmula”, sino el lenguaje: distinguir conceptos, propiedades, relaciones y procedimientos, y explicarlos con precisión al describir, clasificar y justificar. Este artículo presenta una estrategia didáctica para fortalecer el lenguaje geométrico mediante mapas conceptuales apoyados por recursos interactivos. La intervención integró actividades con escenas del Proyecto Descartes (polígonos regulares, medición y clasificación de ángulos, y circunferencia y círculo) y la construcción de mapas conceptuales en CmapTools, guiada por mapas expertos. Se trabajó con seis grupos de primer grado de secundaria; para seguimiento detallado se seleccionaron cuatro estudiantes por grupo. Se aplicó un pretest y un postest centrados en identificación gráfica y conceptual de elementos, propiedades y relaciones del bloque geométrico. Los resultados mostraron incrementos de 14% y 16% en reactivos clave y una reducción de errores recurrentes: confusiones de vocabulario, clasificaciones por apariencia y respuestas sin justificación. Tras la intervención, aumentaron explicaciones basadas en relaciones explícitas (parte–todo, inclusión, dependencia y clasificación) y se observó mayor participación y autonomía. La estrategia se organizó en tres fases: introducción (activación de vocabulario y observación guiada), estructural (jerarquización y enlaces principales) y descriptiva (depuración de proposiciones y palabras-enlace). El apoyo tecnológico incluyó una superficie interactiva para retroalimentación sistemática. Se concluye que el mapeo conceptual, cuando se implementa con guía y evidencia interactiva, funciona como puente operativo entre definiciones formales y uso comunicativo del lenguaje geométrico. Además, actúa como herramienta diagnóstica para intervenir con precisión en las ideas del alumnado. Replicable en aula. Muy útil.

PALABRAS CLAVE

Mapas conceptuales, Geometría, Lenguaje matemático, CmapTools, Proyecto Descartes

¹ Investigador Independiente. Manuel Atenógenes Calles Rodríguez Ciudad Juárez, Chihuahua, México. ORCID: 0009-0003-7152-2367. Correo electrónico: contacto@alfacertificaciones.com

ABSTRACT

In lower secondary education, a persistent difficulty in geometry is not the “formula” but language: distinguishing concepts, properties, relations, and procedures, and explaining them precisely when describing, classifying, and justifying. This paper presents a teaching strategy to strengthen geometric language through concept maps supported by interactive resources. The intervention combined activities using Proyecto Descartes applets with concept map construction in CmapTools guided by expert maps. Six first-grade groups participated; four students per group were followed in more detail. A pretest and posttest focused on graphical and conceptual identification of elements, properties, and relations. Results showed approximate gains of 14% and 16% on key items and fewer recurrent errors. We conclude that guided concept mapping, paired with interactive evidence, bridges formal definitions and students’ communicative use of geometry and supports formative diagnosis.

KEYWORDS

Concept maps, Geometry, Mathematical language, CmapTools, Proyecto Descartes

INTRODUCCIÓN

En la práctica escolar, la geometría suele degradarse a una lista de nombres y una secuencia de instrucciones: “identifica”, “mide”, “calcula”, “aplica”. Cuando el estudiante no domina el lenguaje geométrico, esas instrucciones se vuelven ruido. Puede mirar un dibujo y no saber qué debe señalar, cómo nombrarlo, qué propiedad justificar o qué relación usar. En primero de secundaria esto aparece como confusión entre lado, segmento, arista, vértice, diagonal, radio, diámetro, arco y cuerda; también como respuestas vagas que usan palabras correctas sin conexión lógica.

El problema es semántico y estructural. Es semántico porque el alumno no diferencia con claridad definiciones, atributos, condiciones y procedimientos. Es estructural porque el conocimiento se almacena como lista, no como red. La comunicación matemática termina reducida a copiar pasos, y la justificación se sustituye por “porque así se ve” o “porque así lo hice”. Esta brecha se amplía en conceptos que dependen de relaciones, como la regularidad de un polígono (congruencia de lados y ángulos), la clasificación de ángulos, o la distinción entre circunferencia (borde) y círculo (región).

Si el lenguaje falla, el aprendizaje queda frágil. El estudiante puede resolver un ejercicio por imitación y fallar cuando cambia el dibujo o el contexto. Por eso, una intervención útil debe hacer visibles las relaciones: parte-todo, pertenencia, inclusión, dependencia y criterios de clasificación. La meta no es solo “saber el nombre”, sino usarlo para describir, comparar y justificar con criterios estables.

Los mapas conceptuales son una herramienta directa para forzar esa construcción de relaciones. Un mapa obliga a jerarquizar conceptos (de los más generales a los específicos), elegir palabras-enlace y producir

proposiciones completas: “un polígono regular es...”, “un ángulo se clasifica en...”, “la circunferencia es...”. Cuando el mapa está mal construido, el error no se esconde: se ve como un enlace inválido o una jerarquía incoherente. Eso habilita retroalimentación precisa y evaluación formativa real.

Sin embargo, la construcción de mapas requiere evidencia. Si el estudiante no observa y compara, puede “poner enlaces” sin comprender. Aquí entra el componente interactivo: escenas dinámicas permiten manipular objetos geométricos, variar parámetros y observar invariantes. El alumno puede mover vértices, modificar aperturas de ángulo, cambiar el número de lados y comprobar qué cambia y qué se conserva. Esa evidencia se traduce después a lenguaje y se fija en el mapa.

Este artículo describe una implementación concreta en aula real, organizada en tres fases (introducción, estructural y descriptiva), y reporta resultados cuantitativos (pretest–postest) y cualitativos (evolución de mapas y patrones de error). La intención es ofrecer una secuencia replicable para docentes que necesitan intervenir durante la clase, con recursos realistas y criterios claros de evaluación del lenguaje geométrico. En secundarias públicas, la heterogeneidad académica y el tiempo limitado exigen estrategias que produzcan evidencia inmediata y permitan ajustes rápidos. El mapa conceptual funciona como un “panel” de comprensión: muestra qué entiende el estudiante y qué solo memoriza. Además, ayuda a que la retroalimentación sea específica y accionable, porque se discute un enlace y no una respuesta aislada. Cuando el alumnado aprende a justificar enlaces, también mejora su capacidad de explicar procedimientos con sentido. El enfoque no pretende sustituir ejercicios, sino darles estructura conceptual para que no se vuelvan repetición vacía. En secundarias públicas, la heterogeneidad académica y el tiempo limitado exigen estrategias que produzcan evidencia inmediata y permitan ajustes rápidos. El mapa conceptual funciona como un “panel” de comprensión: muestra qué entiende el estudiante y qué solo memoriza. Además, ayuda a que la retroalimentación sea específica y accionable, porque se discute un enlace y no una respuesta aislada. Cuando el alumnado aprende a justificar enlaces, también mejora su capacidad de explicar procedimientos.

MARCO TEÓRICO

Los mapas conceptuales provienen de la tradición del aprendizaje significativo y la representación del conocimiento. En su forma clásica, un mapa es una red jerárquica de conceptos conectados por palabras-enlace que, juntas, forman proposiciones con sentido. A diferencia de un esquema de “temas”, el mapa obliga a explicitar el tipo de relación y, por tanto, a exponer si el pensamiento del estudiante es coherente o solo una acumulación de etiquetas.

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, una idea nueva se incorpora cuando se conecta con estructuras previas de manera no arbitraria. En geometría, ese anclaje suele estar debilitado porque el

alumnado mezcla niveles: objeto (triángulo), atributo (tres lados), propiedad (suma de ángulos), criterio (regularidad) y procedimiento (cómo medir). El mapa conceptual es útil porque fuerza a separar niveles y a construir proposiciones verificables. Esa verificabilidad es clave: un enlace puede discutirse y validarse, y así el error se convierte en oportunidad de mejora concreta.

Además, el mapa activa metacognición. El estudiante puede revisar su propia red, detectar huecos (“no sé cómo se relaciona esto”), identificar redundancias, y corregir con criterios. En aula, esto reduce la dependencia del “acierto por suerte” y favorece que el alumno explique por qué elige una respuesta. La calidad del mapa depende menos del número de nodos y más de la precisión de las palabras-enlace, porque ellas determinan si una proposición es correcta o ambigua.

El lenguaje geométrico implica coordinar registros de representación. El trabajo en geometría no ocurre solo en el dibujo; requiere transitar entre registro gráfico (figuras), verbal (definiciones y descripciones), simbólico (notación, medidas y relaciones) y, con frecuencia, gestual (señalar, rotar, comparar). El problema didáctico aparece cuando el estudiante puede operar en un registro pero no traducir al otro. Por ejemplo, puede “ver” un ángulo obtuso pero no nombrarlo, o repetir la definición de radio sin ubicarlo en una figura. En esas rupturas surgen errores típicos: clasificar por apariencia, confundir circunferencia con círculo, o justificar con frases sin criterio.

Los recursos interactivos fortalecen el tránsito entre registros porque hacen visible la variación. En geometría, muchas propiedades se comprenden mejor cuando se manipulan objetos y se observan invariantes. Las escenas dinámicas permiten variar parámetros y observar cambios en tiempo real, lo cual reduce la carga de imaginación que exige un dibujo estático. Cuando un alumno mueve un vértice y observa que ciertos rasgos se conservan, obtiene evidencia perceptible que puede convertir en lenguaje. Sin esta traducción, la interacción corre el riesgo de quedarse en “juego”.

Por eso, la combinación de interacción y mapa tiene sentido: la escena aporta evidencia y el mapa obliga a formalizarla como proposición. Esta conversión (de observación a proposición) es el puente entre experiencia y lenguaje. Además, el mapa facilita que el docente detecte exactamente en qué parte se rompe esa conversión: si la observación es correcta pero la palabra es incorrecta; o si la palabra está bien pero la relación está mal.

El uso de CmapTools como soporte digital aporta ventajas operativas. La edición rápida permite revisar jerarquías sin rehacer todo el trabajo; se pueden comparar versiones, mover nodos, corregir enlaces y guardar progreso. Esto es especialmente útil en aula, donde el docente necesita revisar muchos productos en poco tiempo. Un mapa digital también facilita el trabajo colaborativo, siempre que existan criterios claros para aceptar o rechazar enlaces.

El andamiaje es determinante. En contextos reales, esperar que el alumnado construya mapas coherentes desde cero suele producir diagramas decorativos. Los mapas expertos funcionan como referencia: modelan jerarquía y palabras-enlace y sirven como criterio para comparar y corregir. El objetivo no es copiar, sino aprender a justificar por qué un enlace es válido. Cuando la retroalimentación se centra en enlaces específicos, el mapa se transforma en evaluación formativa: se corrige pensamiento, no solo resultado.

Finalmente, fortalecer el lenguaje geométrico significa mejorar capacidades de comunicación matemática: nombrar con precisión, clasificar con criterios y justificar relaciones. Estas capacidades no solo preparan al alumno para contenidos posteriores (semejanza, congruencia, transformaciones), sino que también elevan su capacidad de aprender por cuenta propia, porque le dan un sistema para organizar y verificar significado. La literatura sobre mapas conceptuales reporta mejores efectos cuando se usan con guía docente, criterios explícitos y revisiones sucesivas, no como actividad aislada. En particular, la exigencia de justificar enlaces reduce el uso de palabras genéricas que esconden incomprensión. Cuando el mapa incorpora relaciones de inclusión y dependencia, el alumnado disminuye confusiones por semejanza visual. Asimismo, un mapa experto funciona como estándar de calidad y acelera el aprendizaje del formato del mapa. En conjunto, el enfoque convierte el lenguaje en objeto de enseñanza y evaluación, no en un supuesto. Esto es relevante porque la geometría escolar exige argumentación, no solo cálculo. De manera práctica, el mapa hace visible la diferencia entre “saber decir” y “saber entender”. La literatura sobre mapas conceptuales reporta mejores efectos cuando se usan con guía docente, criterios explícitos y revisiones sucesivas, no como actividad aislada. En particular, la exigencia de justificar enlaces reduce el uso de palabras genéricas que esconden incomprensión. Cuando el mapa incorpora relaciones de inclusión y dependencia, el alumnado disminuye confusiones por semejanza visual. Asimismo, un mapa experto funciona como estándar de calidad y acelera el aprendizaje del formato del mapa. En conjunto, el enfoque convierte el lenguaje en objeto de enseñanza y evaluación, no en un supuesto. Esto es relevante porque la geometría escolar exige argumentación, no solo cálculo.

OBJETIVOS

Objetivo general: Fortalecer la conceptualización y uso del lenguaje geométrico en estudiantes de primer grado de secundaria mediante una estrategia basada en mapas conceptuales apoyados por recursos interactivos.

Objetivos específicos:

- Implementar una secuencia en tres fases (introducción, estructural y descriptiva) para construir redes conceptuales geométricas;

- Integrar recursos interactivos del Proyecto Descartes como apoyo para visualización y exploración de conceptos;
- Evaluar cambios en identificación gráfica y conceptual de elementos y relaciones mediante pretest y posttest; Identificar cambios en patrones de error asociados a memoria aislada vs. relaciones conceptuales explícitas; Documentar mejoras en comunicación matemática mediante precisión terminológica y justificación.

METODOLOGÍA

Enfoque, diseño y tipo de investigación. Se desarrolló una intervención didáctica aplicada en aula con un esquema antes–después. El propósito fue estimar cambios en el dominio del lenguaje geométrico y describir transformaciones cualitativas en la organización conceptual del alumnado a partir de los mapas. El diseño combinó medición cuantitativa (pretest–posttest) con análisis cualitativo de productos (mapas conceptuales) y de patrones de error observables durante las sesiones.

Contexto escolar. La intervención se realizó en un medio urbano con grupos numerosos, tiempo de clase acotado y heterogeneidad académica. La secuencia se integró a la planeación regular del bloque de geometría, con el objetivo de que la estrategia fuera operativa y replicable sin depender de condiciones excepcionales.

Población y muestra. Participaron seis grupos de primer grado de secundaria. Para seguimiento detallado se seleccionaron cuatro estudiantes por grupo (24 en total) como muestra focal, sin excluir el trabajo del grupo completo. La muestra focal permitió comparar versiones sucesivas de mapas, calidad de enlaces y cambios en la justificación oral y escrita.

Técnicas e instrumentos de recolección y sistematización. Se utilizaron: (1) un compendio de actividades con escenas interactivas del Proyecto Descartes para activar vocabulario y observar relaciones; (2) construcción de mapas conceptuales en CmapTools; (3) mapas expertos por subtema como andamiaje y criterio de comparación; (4) pretest y posttest con reactivos centrados en identificación gráfica y conceptual de elementos, propiedades y relaciones; y (5) registro docente de errores recurrentes, preguntas típicas y evidencias de participación.

Procedimiento. La intervención se organizó en tres fases. En la fase de introducción se activó vocabulario con exploración interactiva guiada; el docente modeló la diferencia entre concepto, propiedad y procedimiento, y se construyó un mapa inicial breve. En la fase estructural se trabajó la jerarquía (conceptos generales a específicos) y los enlaces núcleo de clasificación e inclusión; el alumnado comparó su mapa con el experto y corrigió enlaces. En la fase descriptiva se depuraron proposiciones con palabras-enlace precisas

(por ejemplo: “se clasifica en”, “depende de”, “se mide con”, “está formado por”), y se exigió justificar enlaces seleccionados.

Tratamiento metodológico. En lo cuantitativo, se comparó el porcentaje de aciertos por reactivo entre pretest y postest, poniendo atención en ítems sensibles al lenguaje (distinguir conceptos cercanos y seleccionar relaciones correctas). En lo cualitativo, se clasificaron errores (vocabulario, clasificación por apariencia, confusión propiedad–procedimiento, ausencia de justificación) y se evaluó la evolución de mapas (jerarquía, enlaces válidos e inválidos, coherencia global). Se trianguló: cuando un reactivo mejoró, se buscó evidencia correspondiente en el mapa y en la explicación del estudiante.

Control de implementación y limitaciones. Para reducir variabilidad se mantuvieron constantes: tiempo de exploración, lista de conceptos mínimos por subtema y exigencia de justificar al menos tres enlaces por sesión. Como intervención en aula, no se controlaron todas las variables (ausencias, diferencias de ritmo, apoyo fuera de clase). Por ello, los resultados se interpretan como evidencia aplicada para orientar replicación y mejora docente. Para asegurar consistencia, se definieron criterios simples para aceptar enlaces: claridad, verificabilidad y adecuación conceptual. Asimismo, se reservaron minutos de cierre para acordar vocabulario y fijar definiciones operativas antes de avanzar. El registro de errores permitió ajustar las preguntas guía de la siguiente sesión sin perder el hilo del bloque. De esta forma, la intervención se mantuvo integrada a la planeación regular y no como actividad aislada. Además, la rúbrica breve de mapas ayudó a enfocar la retroalimentación en estructura y proposiciones, no en estética. Cuando aparecían enlaces ambiguos, se pedía al alumno reescribirlos con palabras-enlace más precisas. Este criterio evitó que el mapa se convirtiera en un collage de conceptos sin relaciones. Para asegurar consistencia, se definieron criterios simples para aceptar enlaces: claridad, verificabilidad y adecuación conceptual. Asimismo, se reservaron minutos de cierre para acordar vocabulario y fijar definiciones operativas antes de avanzar. El registro de errores permitió ajustar las preguntas guía de la siguiente sesión sin perder el hilo del bloque. De esta forma, la intervención se mantuvo integrada a la planeación regular y no como actividad aislada. Además, la rúbrica breve de mapas ayudó a enfocar la retroalimentación en estructura y proposiciones, no en estética. Cuando aparecían enlaces ambiguos, se pedía al alumno reescribirlos con palabras-enlace más precisas. Este criterio evitó que el mapa se convirtiera en un collage de conceptos sin relaciones. La secuencia se aplicó en sesiones regulares de clase, alternando momentos de exploración, construcción y revisión del mapa. Cada subtema inició con preguntas de observación dirigidas para generar vocabulario antes de mapear. Las escenas interactivas se usaron con consignas concretas: identificar, medir, comparar y describir invariantes. Para evitar copia, el mapa experto se mostró después del intento inicial y se usó como referencia de corrección. Los estudiantes entregaron versiones sucesivas del mapa, lo que permitió documentar progreso y no solo

producto final. La retroalimentación se enfocó en tres criterios: jerarquía coherente, proposiciones con sentido y palabras-enlace específicas. En el análisis cualitativo se registró si el alumno justificaba enlaces con criterios geométricos o con expresiones vagas. La codificación de errores se aplicó de manera consistente en pretest, posttest y revisión de mapas. El procedimiento incluyó momentos de socialización: comparar mapas, debatir enlaces y acordar definiciones operativas. Se evitó evaluar estética del mapa; el énfasis estuvo en significado y coherencia conceptual. Como criterio de cierre, se solicitó que cada estudiante explicara al menos un enlace central con sus propias palabras. Este requisito fortaleció la conexión entre producción escrita (mapa) y producción oral (explicación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados cuantitativos. La comparación pretest–posttest mostró incrementos de 14% y 16% en reactivos clave, especialmente en aquellos que exigían distinguir conceptos cercanos y seleccionar relaciones correctas. El patrón no fue homogéneo: los cambios más claros se concentraron en ítems donde el error previo estaba asociado a vocabulario confuso, a clasificación por apariencia o a selección de definiciones incompletas.

Resultados cualitativos. En los mapas iniciales predominaban enlaces genéricos (“es”, “tiene”) usados sin criterio, jerarquías planas y proposiciones circulares. Tras la fase estructural, el alumnado comenzó a usar enlaces de clasificación e inclusión (“se clasifica en”, “es un tipo de”) y a separar atributos de procedimientos (“se mide con” frente a “tiene”). En la fase descriptiva aumentó la precisión: aparecieron palabras-enlace específicas y disminuyeron enlaces inválidos. Paralelamente, durante la puesta en común se observó mayor disposición a justificar enlaces y a corregirlos con base en criterios.

Discusión. Los hallazgos apoyan la idea de que el cuello de botella en geometría es conceptual–lingüístico. La tecnología interactiva aporta evidencia dinámica, pero el avance se consolida cuando esa evidencia se traduce en proposiciones dentro del mapa. En lugar de corregir respuestas aisladas, el docente corrige enlaces: si el estudiante confunde circunferencia con círculo, se reconstruye la proposición central y su contraste; si clasifica un polígono como regular, se exige el criterio de congruencia; si confunde tipos de ángulo, se ancla la clasificación a la medida y no a la apariencia del dibujo.

Ejemplos de cambio. Antes de la intervención era común afirmar “es regular” porque “se ve parejo” o llamar “círculo” a cualquier trazo redondo. Después, aumentaron explicaciones con criterio: “es regular si todos sus lados y ángulos son congruentes” y “la circunferencia es el borde; el círculo es la región”. En ángulos, la confusión entre interior, exterior y central disminuyó cuando se fijaron relaciones parte–todo y se ubicaron vértice y lados en distintas posiciones con apoyo interactivo.

Limitaciones y alcance. La estrategia requiere guía docente y retroalimentación; sin ellas, el mapa puede convertirse en diagrama decorativo. También demanda tiempo inicial para entrenar palabras-enlace y criterios de enlace válido. El seguimiento cualitativo se concentró en una muestra focal; la generalización debe hacerse con prudencia. Aun así, la propuesta es replicable y genera evidencia inmediata; su valor no es solo mejorar un examen, sino elevar la comunicación matemática: definir, clasificar y justificar con relaciones explícitas. Este patrón sugiere que la mejora se concentra donde el lenguaje era el principal obstáculo y no donde el problema era puramente procedimental. Además, la discusión colectiva estabilizó vocabulario y redujo el uso de enlaces vagos que esconden incomprensión. Cuando el estudiante podía justificar un enlace, también resolvía con mayor seguridad el reactivo relacionado. En suma, el mapa operó como puente entre observación, definición y decisión en tareas de clasificación y reconocimiento. Un efecto lateral fue el aumento de participación: el error se vuelve corregible y se discute sin castigo. Esto favorece un clima de clase donde la precisión del lenguaje importa más que la velocidad para contestar. Este patrón sugiere que la mejora se concentra donde el lenguaje era el principal obstáculo y no donde el problema era puramente procedimental. Además, la discusión colectiva estabilizó vocabulario y redujo el uso de enlaces vagos que esconden incomprensión. Cuando el estudiante podía justificar un enlace, también resolvía con mayor seguridad el reactivo relacionado. En suma, el mapa operó como puente entre observación, definición y decisión en tareas de clasificación y reconocimiento. Un efecto lateral fue el aumento de participación: el error se vuelve corregible y se discute sin castigo. Esto favorece un clima de clase donde la precisión del lenguaje importa más que la velocidad para contestar. En reactivos de clasificación de ángulos, disminuyeron respuestas basadas en “se ve abierto” y aumentaron respuestas con criterio de medida. En polígonos, se redujo la tendencia a confundir “regular” con “simétrico” o “bonito”, sustituyéndola por criterios de congruencia. En circunferencia y círculo, el cambio más visible fue pasar de usar el término como sinónimo a diferenciar borde y región. En mapas finales, aparecieron enlaces de contraste (“no es lo mismo que”) y de dependencia (“se define a partir de”). Los enlaces cruzados también aumentaron, conectando subtemas como ángulos con polígonos y radios con diámetros. Un indicador cualitativo fue la disminución de proposiciones tautológicas, por ejemplo “un ángulo es un ángulo”. También se observó mayor uso de vocabulario técnico correcto en explicaciones orales durante la revisión colectiva. En sesiones de corrección, los estudiantes aceptaban modificar enlaces cuando podían verificar con la escena interactiva. Esto sugiere que la evidencia dinámica actúa como árbitro y reduce discusiones basadas solo en opinión. El docente pudo intervenir con preguntas de precisión: “¿siempre?”, “¿en qué condiciones?”, “¿cómo lo compruebas?”. La ganancia no se interpretó como efecto de memorizar definiciones, sino de reorganizar relaciones y criterios.

CONCLUSIONES

Esta intervención sugiere que, en geometría de secundaria, el obstáculo principal suele ser el lenguaje conceptual: nombrar con precisión, clasificar con criterios y justificar con relaciones. Los incrementos observados (14% y 16%) son relevantes como indicador cuantitativo, pero el beneficio central es cualitativo: el alumnado dejó de depender del reconocimiento superficial y comenzó a sostener respuestas con proposiciones explícitas y verificables.

La estrategia integra evidencia interactiva, mapeo conceptual y retroalimentación formativa. La secuencia en tres fases evita el error de “hacer mapas” sin propósito: activa vocabulario, construye jerarquía y depura proposiciones. El mapa conceptual funciona como instrumento diagnóstico y de evaluación formativa, porque el docente interviene en enlaces específicos y no solo en respuestas finales. Esto permite corregir con precisión dónde se rompe el significado.

Recomendaciones para replicación: definir conceptos mínimos por subtema; usar mapas expertos como referencia sin permitir copia mecánica; exigir palabras-enlace precisas y justificar enlaces; y mantener el mapa como documento vivo durante el bloque. Para fortalecer validez, conviene medir retención semanas después y emplear rúbricas que ponderen calidad de proposiciones, enlaces cruzados pertinentes y coherencia global.

Limitaciones: requiere tiempo inicial y guía docente consistente. Aun así, su costo es bajo y su potencial es alto porque ataca la raíz: el lenguaje como condición para comprender. En términos didácticos, el orden del contenido importa: cuando el currículo se recorre como lista, el alumno aprende fragmentos; cuando se recorre como red, aprende relaciones.

En conclusión, enseñar geometría como red de conceptos conectados, apoyada por interacción dinámica, transforma la clase: menos memorización frágil y más estructura conceptual utilizable. Esto habilita comunicación matemática real y prepara al alumnado para contenidos posteriores donde argumentar y justificar no es opcional. Como siguiente paso, conviene diseñar bancos de enlaces mínimos por subtema para acelerar la implementación. También es útil incorporar ejemplos de errores frecuentes como parte del entrenamiento en palabras-enlace. Una réplica con medición de retención aportaría evidencia sobre permanencia del aprendizaje. Finalmente, el enfoque es compatible con evaluación por rúbricas y con trabajo colaborativo. Si el alumnado aprende a construir criterios, disminuye la dependencia de memorizar definiciones textuales. El mapa puede utilizarse como organizador previo del bloque y crecer con el avance de contenidos. Como siguiente paso, conviene diseñar bancos de enlaces mínimos por subtema para acelerar la implementación. También es útil incorporar ejemplos de errores frecuentes como parte del entrenamiento en palabras-enlace. Una réplica con medición de retención aportaría evidencia sobre permanencia del

aprendizaje. Finalmente, el enfoque es compatible con evaluación por rúbricas y con trabajo colaborativo. Si el alumnado aprende a construir criterios, disminuye la dependencia de memorizar definiciones textuales. El mapa puede utilizarse como organizador previo del bloque y crecer con el avance de contenidos. Para implementación práctica, se recomienda iniciar con mapas pequeños de 10 a 15 conceptos y escalar gradualmente. Una regla útil es prohibir enlaces genéricos repetidos; si el alumno escribe “tiene” para todo, debe especificar. Otra regla es exigir al menos dos enlaces de clasificación y uno de contraste por subtema para forzar estructura. El docente puede preparar una lista corta de palabras-enlace sugeridas: “se define como”, “se compone de”, “se mide con”, “se clasifica en”. Esto acelera el aprendizaje del formato y evita que el mapa se vuelva un texto lineal disfrazado. La estrategia también se adapta a evaluación: el mapa puede contar como evidencia de proceso y no solo como producto. A nivel de formación docente, conviene capacitar en diseño de mapas expertos, porque ese es el punto de control de calidad. En futuras réplicas se sugiere añadir seguimiento diferido para medir retención y transferencia a problemas nuevos. También es recomendable incorporar tareas de redacción breve donde el alumno explique el mapa en un párrafo. Esa traducción del mapa a texto fortalece la comunicación matemática y la precisión terminológica. Si se integra al portafolio del estudiante, el mapa permite observar evolución conceptual a lo largo del ciclo. En síntesis, el aporte principal no es tecnológico; es didáctico: enseñar relaciones y lenguaje como núcleo del aprendizaje. Cuando el estudiante domina lenguaje y criterios, el cálculo deja de ser mecánico y se vuelve interpretación. Este tipo de intervención es especialmente valiosa en contextos donde la clase debe avanzar sin perder comprensión. El mapa conceptual ofrece un camino práctico para lograrlo con evidencia visible y con corrección inmediata. Un beneficio adicional es que el mapa reduce la ambigüedad al evaluar: el docente puede señalar exactamente qué relación está mal. Esto evita correcciones generales del tipo “está mal” y las sustituye por correcciones concretas del enlace o del criterio. También se recomienda reservar un minuto final para que el grupo acuerde dos definiciones operativas y las incorpore al mapa. Cuando la clase acuerda vocabulario, disminuyen discrepancias y mejora la comunicación entre estudiantes. La estrategia, por tanto, funciona tanto para aprender como para estandarizar lenguaje dentro del grupo.

BIBLIOGRAFÍA

Afamasaga-Fuatai, K. (2009). Concept mapping in mathematics research into practice. Springer.

Akay, S. O., Kaya, B., & Kilic, S. (2012). The effects of concept maps on the academic success and attitudes of 11th graders while teaching urinary system. ERIC Institute of Education Sciences.

<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED534089.pdf>

Calles Rodríguez, M. A. (2013). Representación semiótica mediante mapa conceptual, escenas interactivas utilizando una superficie interactiva de bajo costo para el desarrollo del lenguaje geométrico, en primer grado de educación secundaria en un medio urbano [Tesis]. Universidad Autónoma de Durango, Campus Juárez.

Cañas, A. J. (1999). Algunas ideas sobre la educación y las herramientas computacionales necesarias para apoyar su implementación. IHMC CmapTools.

<http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/IdeasEnEducacion/ACanas%20Ideas%20Educacion.htm>

Cañas, A. J. (2000). Herramientas para construir y compartir modelos de conocimiento basados en mapas conceptuales. IHMC CmapTools.

<http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/RevistaInformaticaEducativa/HerramientasConsConRIE.htm>

Cañas, A. J. (2006). La teoría subyacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos. IHMC CmapTools.

<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TeoriaCmaps/TeoriaSubyacenteMapasConceptuales.html>

Cañas, A. J. (2006). The theory underlying concept maps and how to construct them. IHMC CmapTools.

<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/TheoryUnderlyingConceptMaps.htm>

Coffey, J. W. (2002). A concept map-based knowledge modeling approach to expert knowledge sharing. IHMC CmapTools. <http://www.ihmc.us/users/acanas/Publications/IKS2002/IKS.htm>

Duval, R. (1995). Sémiotique et pensée humaine: Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Peter Lang.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación (5.ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores.

- McKernan, J. (1999). Investigación-acción y currículum: Métodos y recursos para profesionales reflexivos. Ediciones Morata.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). Learning how to learn. Cambridge University Press.
- Secretaría de Educación Pública. (2006). Plan de estudios 2006 (2.ª ed., Vol. 1). Dirección General de Desarrollo Curricular.
- Secretaría de Educación Pública. (2011). Plan de estudios 2011: Educación básica (1.ª ed., Vol. 1). Secretaría de Educación Pública.
- Secretaría de Educación Pública. (2011). Programas de estudio 2011: Guía para el maestro. Secretaría de Educación Pública.

MAPEO DEL RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR POR MEDIO DE SENTINEL 2 Y MACHINE LEARNING

MAPPING SUGARCANE YIELD USING SENTINEL-2 AND MACHINE LEARNING

AUTORES:

Sergio Salgado Velázquez¹, Fabiola Olvera Rincón², Dante Sumano López³, Pablo Ulises Hernández Lara⁴ Samuel Córdova Sánchez⁵

RESUMEN

El mapeo del rendimiento es esencial para la agricultura de precisión, pero en México el monitoreo de la caña de azúcar se realiza aún con métodos destructivos, laboriosos y costosos. Ante ello, las imágenes satelitales representan una alternativa viable para estimaciones indirectas del rendimiento. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial de datos multitemporales de Sentinel-2 para el mapeo y predicción del rendimiento de caña de azúcar durante su ciclo de crecimiento. Se trabajó en un campo comercial donde se adquirieron imágenes Sentinel-2 desde la brotación de las socas hasta la cosecha en la zafra 2022/2023. Con estas imágenes se desarrollaron modelos predictivos de biomasa integrando series temporales, índices de vegetación (IVs), datos meteorológicos y algoritmos de machine learning, específicamente Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM) y Regresión Lineal Múltiple (MLR). Los resultados indicaron que las bandas espectrales ofrecieron correlaciones superiores a las obtenidas con IVs, siendo además las variables más influyentes en los modelos. Entre los factores climáticos, la temperatura máxima y la radiación solar destacaron por su importancia. El modelo RF mostró la mayor precisión, con un error cuadrático medio (RMSE) más bajo y un coeficiente de determinación (R^2) más alto respecto a la MLR tradicional. En general, los patrones espaciales de rendimiento fueron identificados exitosamente a nivel de campo mediante el uso de imágenes de alta resolución, análisis de series temporales y técnicas de machine learning, lo que confirma la viabilidad de este enfoque como alternativa eficiente y no destructiva para la predicción del rendimiento de caña de azúcar.

PALABRAS CLAVE: Teledetección, modelos regresión, machine learning, caña de azúcar,.

¹ Sergio Salgado Velázquez. Profesor investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco, México. Salgado.sergio@inifap.gob.mx

² Fabiola Olvera Rincón. Estudiante de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Cardenas, Tabasco, Mexico. Olvera.rincon@colpos.mx

³ Dante Sumano López. Profesor investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco, México. Sumano.dante@inifap.gob.mx

⁴ Pablo Ulises Hernández Lara. Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco, México. Hernandez.ulises@inifap.gob.mx

⁵ Samuel Córdova Sánchez. Profesor Investigador. Universidad Popular de la Chontalpa (UPCH). Cardenas, Tasbco, Mexico. Sacorsa_1976@hotmail.com

ABSTRACT

Yield mapping is essential for precision agriculture, but in Mexico, sugarcane monitoring is still carried out using destructive, labor-intensive, and costly methods. In this context, satellite imagery represents a viable alternative for indirect yield estimation. The objective of this study was to evaluate the potential of multitemporal Sentinel-2 data for sugarcane yield mapping and prediction throughout its growth cycle. The study was conducted in a commercial field where Sentinel-2 images were acquired from ratoon sprouting to harvest during the 2022/2023 season. Predictive biomass models were developed using time series imagery, vegetation indices (VIs), meteorological data, and machine learning algorithms, specifically Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM), and Multiple Linear Regression (MLR). Results indicated that spectral bands provided higher correlations than VIs and were the most influential variables in the models. Among climatic factors, maximum temperature and solar radiation were identified as the most important. The RF model achieved the highest accuracy, with the lowest root mean square error (RMSE) and the highest coefficient of determination (R^2) compared to the traditional MLR. Overall, spatial yield patterns were successfully identified at field scale through the use of high-resolution imagery, time series analysis, and machine learning techniques, confirming the feasibility of this approach as an efficient and non-destructive alternative for sugarcane yield prediction.

INTRODUCCIÓN:

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es uno de los cultivos económicos más importantes del mundo (FAO, 2023). Es un cultivo tropical utilizado para la extracción de azúcar, especialmente en México (CONADESUCA, 2024). La información sobre el rendimiento de la caña de azúcar es el punto de partida para la aplicación de estrategias de AP al manejo de los campos cañeros. Lograr costos mínimos para maximizar el rendimiento de los cultivos con un agroecosistema saludable es el objetivo principal de la AP (Canata et al., 2021). El conocimiento del ciclo del cultivo, de los patrones de crecimiento y desarrollo de las plantas, es esencial para el manejo específico del sitio de caña de azúcar. Mas aun, ante las cambiantes condiciones climáticas y las fluctuaciones de temperatura y precipitación pronosticados en el futuro cercano (Aceves-Navarro et al., 2022; IPPC, 2023). En este sentido, el mapeo de rendimiento es la fuente de datos más importante, ya que es el resultado de todos los sucesos e intervenciones realizadas durante el ciclo del cultivo. El mapeo del rendimiento de la caña de azúcar proporciona información cuantitativa que puede ser utilizada más fácilmente por los tomadores de decisiones (Dimov et al., 2022) para la planificación de intervenciones agronómicas. La posibilidad de cuantificar la variabilidad del rendimiento de la caña de azúcar en el campo, sumada a los datos de suelo, clima y cultivo, y el conocimiento de las necesidades

nutricionales reales del cultivo, permite comprender las relaciones de causa y efecto que ocurren a nivel del campo (Salgado-Velázquez et al., 2020; López-Castañeda et al., 2022).

MARCO TEÓRICO

Los mapas de rendimiento de la caña de azúcar a partir de datos de imágenes pueden ser económicos y más fáciles de producir; sin embargo, su precisión limitada puede resultar problemática (Maldaner et al., 2021). Por otro lado, los avances actuales en los métodos de aprendizaje automático (machine learning, ML) podrían ayudar a obtener datos de rendimiento de alta precisión de forma automática y a un menor costo (Das et al., 2023). El método ML implica un proceso de aprendizaje para aprender de un conjunto de ejemplos (datos de entrenamiento) para realizar una tarea y validarlo en datos no conocidos por el modelo (datos de prueba) para medir su desempeño. Por lo general, un ejemplo individual se describe mediante un conjunto de atributos, también conocidos como características o variables (Akbarian et al., 2023). En la mayoría de los casos prácticos, el aprendizaje automático apunta en última instancia a aprender o elegir entre un conjunto de modelos de probabilidad candidatos que pueden predecir mejor los datos no observados (Taravat *et al.*, 2024). En otras palabras, el método obtiene una capacidad determinista que relaciona cada atributo de entrada con su objetivo relacionado teniendo en cuenta que el objetivo final es limitar el error en pronósticos o predicciones futuras (Iftikhar *et al.*, 2024). Uno de los modelos más seleccionados en los estudios de predicción del rendimiento de los cultivos es el modelo random forest (RF) (Zhu *et al.*, 2023). Las técnicas de RF tienen como objetivo construir múltiples árboles de regresión tomando repetidamente subconjuntos aleatorios de datos para determinar las divisiones en los árboles de regresión (Canata *et al.*, 2024). No obstante, en la región de Latinoamérica, en particular, el sureste de México; es incipiente el uso de herramientas para monitorear el rendimiento y no existen estudios que hayan explorado la integración de imágenes espectrales de Sentinel 2 y técnicas de modelamiento de machine learning para predecir y mapear la biomasa de la caña de azúcar durante su crecimiento en condiciones tropicales. La información generada con este estudio abre una ventana para iniciar la aplicación de la AP en condiciones tropicales del sureste mexicano. Además, que podrían implementarse mejoras en el manejo agronómico de los campos cañeros al conocerse la producción, lo que consecuente implicaría una reducción de los costos de producción, una mejora ambiental y una optimización en el uso de los insumos agrícolas.

OBJETIVO GENERAL

Predecir el rendimiento de tallos de caña de azúcar a través de imágenes de satélites de Sentinel-2 y el uso de algoritmos de machine learning en la Chontalpa, Tabasco, México.

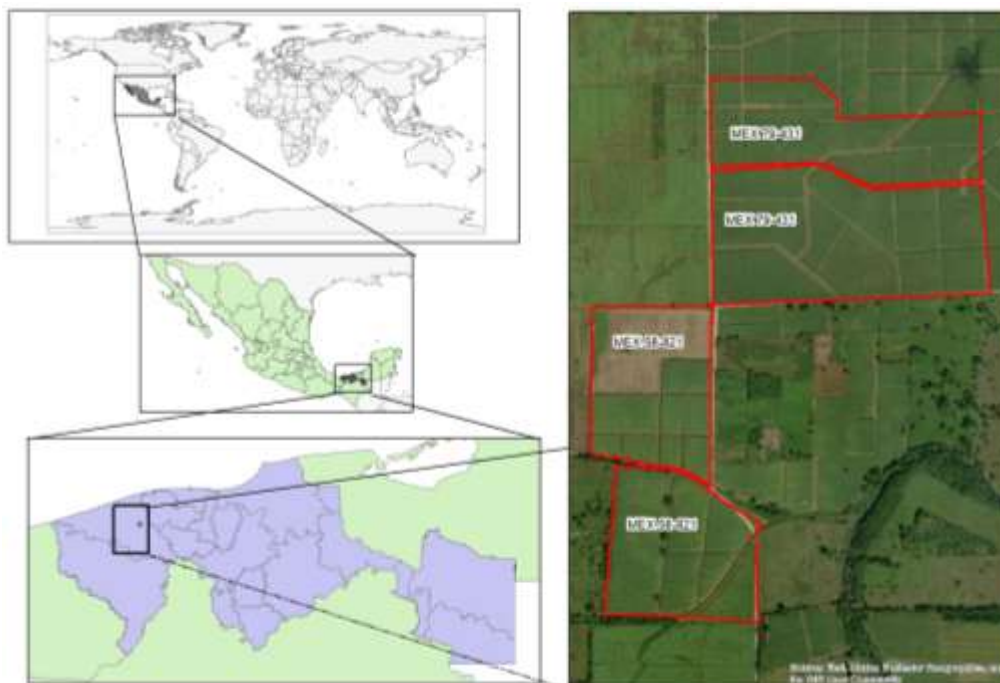
METODOLOGÍA

Zona de estudio

El campo de estudio utilizado para monitorear y muestrear el rendimiento de tallos en caña de azúcar se ubicó dentro de los campos comerciales de la empresa “Impulsora agrícola, Ganadera y Comercial” la cual se encuentra localizada geográficamente entre los 18.204722° de latitud norte y a los -93.533718° de latitud oeste dentro de la zona de abastecimiento del Ingenio Presidente Benito Juárez (IPBJ) en la Chontalpa, Tabasco, México. El ciclo fue una resoca de la zafra 2022/2023. Las variedades en estudio fueron la Méx 58-821 y la Méx 79-431 con una superficie de 60.2 y 80.4 ha, respectivamente (Figura 1). El clima del área de estudio es cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano. La precipitación promedio anual es de 2356 mm, en los meses de febrero a mayo se presenta una temporada de sequía (<276 mm), la temperatura promedio es de 25.6°C. Los suelos predominantes son de las unidades Cambisoles, Vertisoles y Gleysoles (Salgado-García *et al.*, 2021).

Figura 1

Ubicación espacial del área de estudio.



Descarga de imágenes satelitales Sentinel-2

Se adquirieron imágenes multiespectrales del satélite de la misión Sentinel-2 que consiste en dos satélites: el Sentinel-2A y 2B. Los datos del Sentinel-2 (nivel 1C) vienen incluidas con correcciones radiométricas y geométricas que incluyen orto-rectificación y registro espacial de reflectancia en la parte superior de la atmósfera (TOA, siglas en inglés). Para la región de estudio se descargaron desde el servidor Copernicus Open de la Agencia Espacial Europea (ESA). Portal de Access Hub

(<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>), con una cobertura de nubes menor al 20% (Rahman y Robson, 2020). La corrección atmosférica y la calibración radiométrica se llevaron a cabo con el procesador Sen2Cor, desarrollado por la ESA (Li *et al.*, 2022). En la Figura 2, se visualiza una imagen de la región de estudio con correcciones atmosférica y calibración radiométrica. Posteriormente, los datos corregidos se remuestrearon a una resolución espacial de 10 metros utilizando el procesador SNAP y el método de interpolación del vecino más cercano, con el propósito de asegurar la uniformidad entre todas las bandas espectrales de Sentinel-2 (Yli-Heikkilä *et al.*, 2022; Perich *et al.*, 2023).

Figura 2

Izquierda: imagen sin ningún procesamiento y derecha: imagen con corrección atmosférica y calibración radiométrica con apoyo de Sen2Cor.



Procesamiento de las imágenes de Sentinel 2

Las imágenes espectrales capturadas por la misión Sentinel-2 se procesaron usando el software Quantum GIS (QGIS), un sistema de información geográfica (QGIS, 2016). Este procesamiento incluyó el recorte de las bandas espectrales a la zona de estudio, la creación de una composición de imágenes en RGB (rojo, verde y azul) y la corrección atmosférica. Esto se hizo con el propósito de eliminar píxeles de sombra o

datos incorrectos (píxeles que difieren notablemente de los circundantes, posiblemente debido a nubes, sombras de nubes u otros efectos atmosféricos) en las áreas de cultivo de caña de azúcar en estudio (Casella *et al.*, 2018; Paz, 2018).

Cálculo de índices de vegetación (IVs)

Los IVs fueron determinados en la calculadora Raster del software QGIS para generar los mapas del área de estudio en donde se mostraron los valores de los índices de vegetación de las parcelas cañeras (Veysi *et al.*, 2020).

Muestreo de la biomasa de tallos (kg/ha)

Se recolectaron muestras en intervalos de 3, 6, 9 y 11 meses de edad del cultivo en tramos de 2 metros lineales por parcela. Por cada muestreo, se colectaron 20 puntos de 2 metros lineales en cada parcela. La biomasa total fue pesada utilizando una balanza digital con capacidad máxima de 200 kg (Figura 3). Posteriormente, se separaron las hojas y las puntas de los tallos, registrando el peso fresco de los tallos (Salgado, 2019).

Figura 3

Detalles del proceso del muestreo para determinar biomasa de tallos con una balanza digital en la zona de estudio.



Calibración de modelos de machine learning

Se utilizaron algoritmos de aprendizaje automático (machine learning) para estimar la biomasa de tallos (BT) de caña de azúcar. El conjunto de datos se dividió en 70% para datos de entrenamiento (train data) y 30% para el conjunto de prueba (test data). Los modelos fueron de bosques aleatorios (RF, siglas en inglés), máquina de vector de soporte (SVM, siglas en inglés) y regresión lineal múltiple (MLR, siglas en inglés) (Maldaner *et al.*, 2021). El modelo de RF fue necesario ajustarlo en el número de árboles (ntree) en 200, el número de variables aleatorias en cada división (mtry) en 6 y el número de nodos (nodezise) en

20 en la librería randomForest de R. El modelo de SVM se ajustó los parámetros de la longitud de búsqueda del grid (tuneLength) en 3 y la función del kernel como radial (svmRadial) en la librería e1071 de R. El modelo de MRL se ajustó como lm en la librería caret de R. El modelo de MLR se utilizó como modelo de comparación para los modelos de machine learning. Para todos los modelos se estableció un control para generar la validación cruzada por el método de K-Folds con 10 bloques (Zhu *et al.*, 2023). Para analizar el rendimiento de los modelos de regresión, se utilizaron métricas de precisión de los modelos de regresión. Estos son: error cuadrático medio (RMSE, siglas en inglés) y coeficiente de determinación (R^2) de la validación cruzada (Somard, *et al.*, 2024).

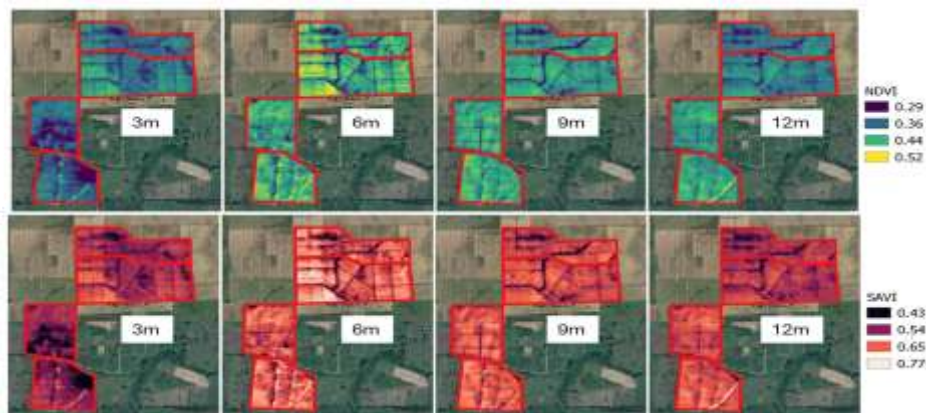
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Variación temporal de los IVs

En la Figura 4 se visualiza la variación temporal de los valores de los diferentes índices de vegetación (IVs) en estudio. Un hallazgo importante de este estudio fue determinar el comportamiento temporal de los IVs durante el crecimiento y desarrollo de caña de azúcar en condiciones tropicales; encontrándose diferencias entre variedades (Canata *et al.*, 2024). Se deduce que, Mex 79-431 comienza con mayores valores en los IVs a los 3 meses de edad que Mex 58-821, se presenta un pico máximo registrado para Mex 79-431 a los 6 meses de edad del cultivo que fue descendiendo hasta la cosecha (12 meses de edad); y Mex 58-821 tiende alcanzar su pico máximo a los 9 meses de edad de cultivo para estabilizar su curva y bajar más tenuemente hasta la cosecha. De igual forma, el descenso a final de temporada es debido al inicio del proceso de maduración, que se asocia a una caída del contenido de clorofila y senescencia de las hojas (Barbosa *et al.*, 2023; Pande *et al.*, 2023).

Figura 4

Variación temporal de los índices de vegetación de las diferencias normalizadas (NDVI, siglas en inglés), y ajustado al suelo (SAVI, siglas en inglés) durante el crecimiento de caña de azúcar en la zona de estudio.



Mapas de predicciones de la biomasa de tallos (kg/ha)

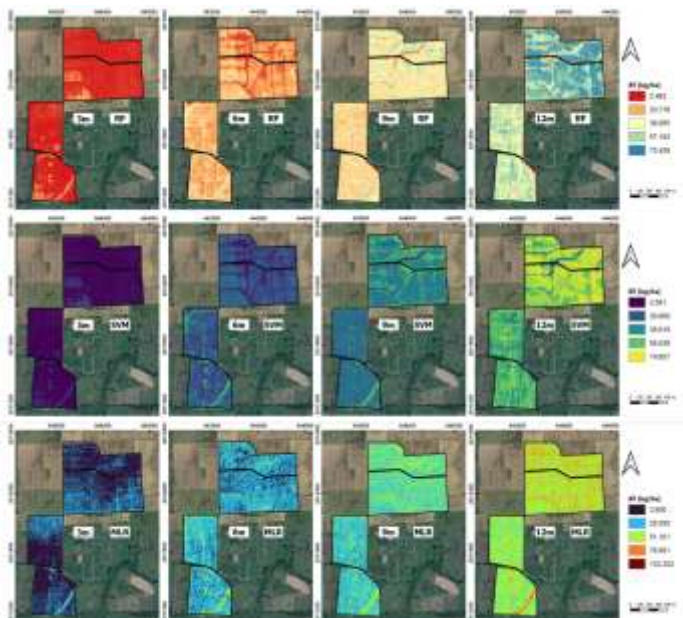
Este estudio presenta un primer enfoque para explorar el método del análisis temporal basado en imágenes satelitales para estimar la biomasa de tallos de caña de azúcar a nivel de campo. Se lograron utilizar 32 imágenes orbitales de Sentinel 2. El estudio demuestra el potencial uso de bandas espectrales como un enfoque alternativo para estimar la biomasa seca de caña de azúcar basado en índices de vegetación (IVs). La asociación de datos de imágenes de alta resolución y la técnica de machine learning mostró resultados satisfactorios para estimar y mapear BT, BF y Btot (Abebe *et al.*, 2022a). Los parámetros de los modelos de ML se ajustaron probando diferentes combinaciones de hiperparámetros del modelo. Se eligió el modelo de mejor rendimiento en términos de resultados de RMSE y R^2 para cada combinación de bucle para seleccionar los hiperparámetros del modelo apropiados (Akbarian *et al.*, 2023).

En la Figura 5, se muestra las predicciones de biomasa seca de tallos (Bt) realizada con los tres modelos de ML. Se observa que los modelos fueron capaces de detectar los patrones de crecimiento, donde al comienzo de la temporada de crecimiento se obtiene los menores valores de BT y conforme avanza el crecimiento aumentan hasta la cosecha. Asimismo, ese aumento de la BT viene acompañada de un decremento de la cobertura foliar inducido por el proceso de maduración de la caña de azúcar. Según la información de la Figura 5, el modelo RF fue el mejor en predecir la BT.

Para BT el mejor modelo fue el random forest (RF, siglas en inglés), dado que presentó un mayor coeficiente de determinación (R^2) de 0.96 y el menor error cuadrático medio de (RMSE, siglas en inglés) de 4439 kg/ha. Para BT el modelo de la regresión lineal múltiple fue el de menor desempeño.

Figura 5

Mapas de predicciones de la biomasa de tallos de caña de azúcar por medio de imágenes de satélite Sentinel 2 y algoritmos de machine learning de RF, SVM y MLR en la zona de estudio.



La Figura 6, muestra las variables más importantes para predecir BT. Se puede observar que en todos los modelos la radiación solar (rad) y la temperatura máxima (Tmax) fueron las de mayor importancia, seguida de las bandas B2, B3, B11 y el EVI.

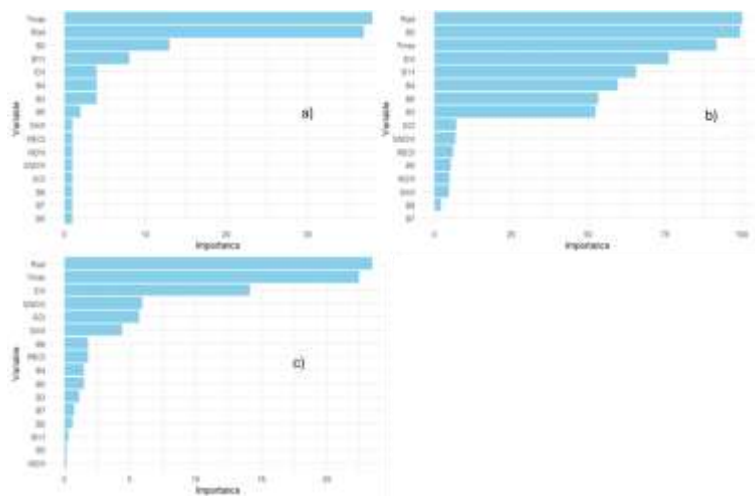
Por lo general, las variables más importantes de los modelos de ML como RF, SVM y ANN son la reflectancia de las imágenes satelitales, los índices de vegetación y los datos climáticos (Canata *et al.*, 2021; Maldaner *et al.*, 2021).

Este estudio demuestra el potencial del uso de bandas espectrales como un enfoque alternativo al pronóstico común del rendimiento de los cultivos basado en IVs (Iftikhar *et al.*, 2024). Se mapeó la variabilidad espacial de los campos según las etapas fenológicas durante su crecimiento. La asociación de datos de imágenes de alta resolución como las de Sentinel-2 con una resolución de 10x10 m y la técnica de ML mostró resultados satisfactorios para estimar y mapear el rendimiento de la caña de azúcar, lo que puede aplicarse para respaldar las prácticas de agricultura de precisión y, también, para proporcionar una mejor comprensión de la variabilidad espacial dentro del campo a lo largo del ciclo del cultivo (Soltanikazemi *et al.*, 2022; De Franca *et al.*, 2024).

El análisis de series temporales de imágenes orbitales permitió desarrollar una metodología basada en la técnica ML para avanzar en la comprensión de la variabilidad espacio-temporal de los campos de caña de azúcar en regiones tropicales de México. Además, se ayuda a mejorar el proceso de toma de decisiones, ya que los datos de imágenes pueden proporcionar información relevante sobre el potencial de rendimiento durante una zafra (Sumesh *et al.*, 2021; Sudianto *et al.*, 2023; Garde *et al.*, 2025).

Figura 6

Las variables más importantes en la predicción de la biomasa seca de tallos (BT) con los modelos de a) random forest (RF, siglas en inglés), b) regresión lineal múltiple (MLR, siglas en inglés) y máquina de vector de soporte (SVM, siglas en inglés) durante el crecimiento de la caña de azúcar.



CONCLUSIONES:

La integración de datos de imágenes multitemporales de Sentinel-2 y el enfoque de machine learning con el algoritmo de RF permitió el desarrollo de modelos predictivos de los componentes del rendimiento para campos comerciales de caña de azúcar en regiones tropicales del sureste de México. El uso de bandas espectrales superó en cuanto a correlaciones y fueron más influyentes en las explicaciones de los modelos que a los IVs derivados del Sentinel-2. Asimismo, se encontró que la temperatura máxima y la radiación solar fueron las variables de mayor importancia en los modelos. Además, la regresión RF mostró una mayor precisión (RMSE más bajo y R^2 más alto) en comparación con un modelo tradicional de MLR. En general, los patrones espaciales se detectaron con éxito a nivel de campo utilizando datos remotos de alta resolución con análisis de series temporales y la técnica ML.

BIBLIOGRAFÍA

- Abebe, G., Tadesse, T., and Gessesse, B. 2022a. Combined Use of Landsat 8 and Sentinel 2A Imagery for Improved Sugarcane Yield Estimation in Wonji-Shoa, Ethiopia. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 50(1): 143-157. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12524-021-01466-8>
- Abebe, G., Tadesse, T., and Gessesse, B. 2022b. Assimilation of leaf Area Index from multisource earth observation data into the WOFOST model for sugarcane yield estimation. *International Journal of Remote Sensing* 43(2): 698-720. DOI: <https://doi.org/10.1080/01431161.2022.2027547>
- Abebe, G., Tadesse, T., y Gessesse, B. 2023. Estimating Leaf Area Index and biomass of sugarcane based on Gaussian process regression using Landsat 8 and Sentinel 1A observations. *International Journal of Image and Data Fusion* 14(1): 58-88. DOI: <https://doi.org/10.1080/19479832.2022.2055157>
- Aceves-Navarro, L., Hernández, B. R., y López, J. F. J. 2022. Análises de dos escenarios de cambio climático para el 2050 en el Estado de Tabasco, México: Analysis of two climate change scenarios for 2050 in the State of Tabasco, México. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(3): 3171-3181.
- Akbarian, S., Jamnani, M. R., Xu, C., Wang, W., and Lim, S. 2023. Plot level sugarcane yield estimation by machine learning on multispectral images: A case study of Bundaberg, Australia. *Information Processing in Agriculture*. ISSN 2214-3173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2023.06.004>

- Amaro, R. P., Christina, M., Todoroff, P., Le Maire, G., Fiorio, P. R., De Carvalho Pereira, E., & Luciano, A. C. D. S. (2025). Regional model to predict sugarcane yield using sentinel-2 imagery in São Paulo State, Brazil. *Sugar Tech*, 27(1), 108-118.
- Barbosa Júnior, M. R., Moreira, B. R. D. A., De Oliveira, R. P., Shiratsuchi, L. S., & Da Silva, R. P. 2023. UAV imagery data and machine learning: A driving merger for predictive analysis of qualitative yield in sugarcane. *Frontiers in Plant Science* 14: 1114852.
- Canata, T. F., Júnior, M. R. B., de Oliveira, R. P., Furlani, C. E. A., and da Silva, R. P. 2024. AI-Driven Prediction of Sugarcane Quality Attributes Using Satellite Imagery. *Sugar Tech* 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-024-01399-9>
- Canata, T. F., Wei, M. C. F., Maldaner, L. F., and Molin, J. P. 2021. Sugarcane yield mapping using high-resolution imagery data and machine learning technique. *Remote Sensing* 13(2): 232. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13020232>
- Cardoso, L. A. S., Farias, P. R. S., Soares, J. A. C., Caldeira, C. R. T., and de Oliveira, F. J. 2024. Use of a UAV for statistical-spectral analysis of vegetation indices in sugarcane plants in the Eastern Amazon. *International Journal of Environmental Science and Technology*: 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05477-z>
- Casella, A., Barrionuevo, N., Pezzola, A., Winschel, C., y Aires, E. H. A. C. B. 2018. Preprocesamiento de imágenes satelitales del sensor sentinel 2A y 2B con el software SNAP 6. 0. Instituto de Clima y Agua. CIRN INTA Castelar, 1-31.
- Das, A., Kumar, M., Kushwaha, A., Dave, R., Dakhore, K. K., Chaudhari, K., and Bhattacharya, B. K. 2023. Machine learning model ensemble for predicting sugarcane yield through synergy of optical and SAR remote sensing. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 30: 100962. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.100962>

De França e Silva, N. R., Chaves, M. E. D., Luciano, A. C. D. S., Sanches, I. D. A., de Almeida, C. M., and Adami, M. 2024. Sugarcane Yield Estimation Using Satellite Remote Sensing Data in Empirical or Mechanistic Modeling: A Systematic Review. *Remote Sensing* 16(5): 863. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs16050863>

De Oliveira, F. C., Bufon, V. B., and Leão, T. P. 2023. Vegetation indices as a tool for mapping sugarcane management zones. *Precision Agriculture* 24(1), 213-234. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-022-09939-7>

Dimov, D., Uhl, J. H., Löw, F., and Seboka, G. N. 2022. Sugarcane Yield Estimation through Remote Sensing Time Series and Phenology Metrics. *Smart Agricultural Technology* 100046. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100046>

Dinh, T. H., Pham, H. M. O., Nguyen, V. L., and Vu, N. T. 2024. Recovery from drought and saline stress in growth and physiology of sugarcane. *Vegetos* 37(1): 52-59. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42535-022-00553-6>

El Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA). 2024. Panorama agroindustrial de la caña de azúcar en México 2024. Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. <https://www.gob.mx/conadesuca>

FAO, 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. <http://www.fao.org/home/en>.

Garde, Y., Shinde, V., Kolekar, S., Thorat, V. S., Delvadiya, J., and Shrivastava, A. 2025. Sugarcane acreage estimation using Sentinel-2A satellite data and time series approach. *Environment Conservation Journal* 26(2): 372-381. DOI: <https://doi.org/10.36953/ECJ.28722900>

Iftikhar, M., Qadri, S., Nadeem, M., and Nawaz, S. A. 2024. Remote Sensing Based Sugarcane Yield Prediction Model using Artificial Intelligence. *Journal of Computing & Biomedical Informatics* 6(02): 451-462. Retrieved from <https://www.jcbi.org/index.php/Main/article/view/449>

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC). 2023. Climate Change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team, H. Lee & J. Romero, Eds.). IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Khan, Q., Qin, Y., Guo, D.-J., Zeng, X.-P., Chen, J.-Y., and Huang, Y.-Y. 2022. Morphological, agronomical, physiological and molecular characterization of a high sugar mutant of sugarcane in comparison to mother variety. PloS One 17: e0264990. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264990>
- Khuimphukhieo, I., Bhandari, M., Enciso, J., y da Silva, J. A. 2024. Assessing Drought Stress of Sugarcane Cultivars Using Unmanned Vehicle System (UAS)-Based Vegetation Indices and Physiological Parameters. Remote Sensing 16(8) 1433.
- Khuimphukhieo, I., Marconi, T., Enciso, J., and da Silva, J. A. 2023. The use of UAS-based high throughput phenotyping (HTP) to assess sugarcane yield. Journal of Agriculture and Food Research 11:100501. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100501>
- Krupavathi, K., Raghubabu, M., Mani, A., Parasad, P. R. K., and Edukondalu, L. 2022. Field-scale estimation and comparison of the sugarcane yield from remote sensing data: A machine learning approach. Journal of the Indian Society of Remote Sensing 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12524-021-01448-w>
- Kumar, R., Sagar, V., Verma, V. C., Kumari, M., Gujjar, R. S., Goswami, S. K., ... & Prasad, P. V. 2023. Drought and salinity stresses induced physio-biochemical changes in sugarcane: an overview of tolerance mechanism and mitigating approaches. Frontiers in Plant Science 14: 1225234.
- Li, F., Miao, Y., Chen, X., Sun, Z., Stueve, K., and Yuan, F. 2022. In-season prediction of corn grain yield through PlanetScope and Sentinel-2 images. Agronomy 2(12): 3176. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12123176>

- López-Castañeda, A., Zavala-Cruz, J., Palma-López, D. J., Rincón-Ramírez, J. A., and Bautista, F. 2022. Digital Mapping of Soil Profile Properties for Precision Agriculture in Developing Countries. *Agronomy* 12(2): 353. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12020353>
- Lv, T., Zhou, X., Tao, Z., Sun, X., Wang, J., Li, R., and Xie, F. 2021. Remote sensing-guided spatial sampling strategy over heterogeneous surface ground for validation of vegetation indices products with medium and high spatial resolution. *Remote Sensing* 13(14): 2674. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13142674>
- Maldaner, L. F., de Paula Corrêdo, L., Canata, T. F., and Molin, J. P. 2021. Predicting the sugarcane yield in real-time by harvester engine parameters and machine learning approaches. *Computers and Electronics in Agriculture* 181: 105945. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105945>
- Martins, J. A., Fiorio, P. R., Silva, C. A. A. C., Demattê, J. A. M., and Silva Barros, P. P. D. 2024. Application of vegetative indices for leaf nitrogen estimation in sugarcane using hyperspectral data. *Sugar Tech* 26(1): 160-170. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-023-01329-1>
- Narmilan, A., Gonzalez, F., Salgadoe, A. S. A., Kumarasiri, U. W. L. M., Weerasinghe, H. A. S., and Kulasekara, B. R. 2022. Predicting canopy chlorophyll content in sugarcane crops using machine learning algorithms and spectral vegetation indices derived from UAV multispectral imagery. *Remote Sensing* 14(5): 1140. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14051140>
- Navarro, L. A. A., Hernández, B. R., & López, J. F. J. 2022. Análises de dos escenarios de cambio climático para el 2050 en el Estado de Tabasco, México: Analysis of two climate change scenarios for 2050 in the State of Tabasco, México. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* 5(3): 3171-3181.
- Olvera-Rincón, F., Salgado-Velázquez, S., Córdova-Sánchez, S., Palma-López, D. J., López-Castañeda, A., y Castañeda-Ceja, R. (2024). Defoliación del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la Chontalpa, Tabasco, México. *Agronomía Mesoamericana* 35(1): 53608. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.2024.53608>

- Pande, C. B., Kadam, S. A., Rajesh, J., Gorantiwar, S. D., and Shinde, M. G. 2023. Predication of sugarcane yield in the semi-arid region based on the sentinel-2 data using vegetation's indices and mathematical modeling. In *Climate Change Impacts on Natural Resources, Ecosystems and Agricultural Systems* (pp. 327-343). Cham: Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-19059-9_12
- Paz, Pellat, F. 2018. Correcciones atmosféricas relativas de imágenes de satélite: patrones invariantes y modelos atmosféricos. *Terra Latinoamericana* 36(1): 1-12. <https://doi.org/10.28940/terra.v36i1.228>
- Perich, G., Turkoglu, M. O., Graf, L. V., Wegner, J. D., Aasen, H., Walter, A., and Liebisch, F. 2023. Pixel-based yield mapping and prediction from Sentinel-2 using spectral indices and neural networks. *Field Crops Research* 292: 108824. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108824>
- Rahimi, E., and Jung, C. 2024. Evaluating the applicability of landsat 8 data for global time series analysis. *Frontiers in Remote Sensing* 5: 1492534. DOI: <https://doi.org/10.3389/frsen.2024.1492534>
- Rahman, M. M., and Robson, A. 2020. Integrating landsat-8 and sentinel-2 time series data for yield prediction of sugarcane crops at the block level. *Remote Sensing* 12(8): 1313. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12081313>
- Saini, P., Nagpal, B., Garg, P., and Kumar, S. 2023. Evaluation of Remote Sensing and Meteorological parameters for Yield Prediction of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Crop. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 66: e23220781. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220781>
- Salgado Velázquez, S. 2019. Dinámica de crecimiento de variedades de caña de azúcar en diferentes condiciones edáficas en La Chontalpa, Tabasco. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Tesis de Maestría. 102 pp. <http://hdl.handle.net/10521/4780>
- Salgado-Garcia, S., Salgado-Velázquez, S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Cordova-Sanchez, S., Rincon-Ramirez, J. A., and Hernández-Nataren, E. 2021. Soil fertility classification for sugarcane in supply areas of a sugar mill. *AgroProductividad* 14(10). DOI: <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.1703>

Salgado-Velázquez, S., Salgado-García, S., Rincón-Ramírez, J. A., Rodrigues Jr, F. A., Palma-López, D. J., Córdova-Sánchez, S., and López-Castañeda, A. 2020. Spatial variability of soil physicochemical properties in agricultural fields cultivated with sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in Southeastern Mexico. *Sugar tech* 22(1): 65-75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00742-9>

Sánchez-Jiménez, M., Lagunes-Espinoza, L., Palma-López, D. J., Córdova-Sánchez, S., Acosta-Pech, R., and Salgado-Velázquez, S. 2024. Producción de biomasa e índices fisiológicos de cultivares de caña de azúcar en diferentes subunidades de suelos: Sugarcane on different soils. *Acta Agrícola y Pecuaria* 10: e0101007. DOI: <https://doi.org/10.30973/aap/2024.10.0101007>

Shendryk, Y., Davy, R., and Thorburn, P. 2021a. Integrating satellite imagery and environmental data to predict field-level cane and sugar yields in Australia using machine learning. *Field Crops Research* 260: 107984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107984>

Shendryk, Y., Davy, R., and Thorburn, P. 2021b. Integrating satellite imagery and environmental data to predict field-level cane and sugar yields in Australia using machine learning. *Field Crops Research* 260: 107984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107984>

Shendryk, Y., Sofonia, J., Garrard, R., Rist, Y., Skocaj, D., and Thorburn, P. 2020. Fine-scale prediction of biomass and leaf nitrogen content in sugarcane using UAV LiDAR and multispectral imaging. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 92: 102177. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102177>

Soltanikazemi, M., Minaei, S., Shafizadeh-Moghadam, H., and Mahdavian, A. 2022. Field-scale estimation of sugarcane leaf nitrogen content using vegetation indices and spectral bands of Sentinel-2: Application of random forest and support vector regression. *Computers and Electronics in Agriculture* 200: 107130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107130>

- Som-ard, J., Immitzer, M., Vuolo, F., and Atzberger, C. 2024. Sugarcane yield estimation in Thailand at multiple scales using the integration of UAV and Sentinel-2 imagery. *Precision Agriculture* 1-28. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-024-10124-1>
- Sudianto, S., Herdiyeni, Y., and Prasetyo, L. B. 2023. Early Warning for Sugarcane Growth using Phenology-Based Remote Sensing by Region. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 14(2). DOI: <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140259>
- Sumesh, K. C., Ninsawat, S., and Som-ard, J. 2021. Integration of RGB-based vegetation index, crop surface model and object-based image analysis approach for sugarcane yield estimation using unmanned aerial vehicle. *Computers and Electronics in Agriculture* 180: 105903. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105903>
- Suwanlee, S. R., Pinasu, D., Som-ard, J., Borgogno-Mondino, E., and Sarvia, F. 2024. Estimating Sugarcane Aboveground Biomass and Carbon Stock Using the Combined Time Series of Sentinel Data with Machine Learning Algorithms. *Remote Sensing* 16(5): 750. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs16050750>
- Taravat, A., Wagner, M. P., Bonifacio, R., & Petit, D. (2024). Advanced fully convolutional networks for agricultural field boundary detection. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-4/W9-2024, 357–363. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W9-2024-357-2024>
- Tripathy, R., Nigam, R., and Bhattacharya, B. K. 2023. Agrometeorological Approach for Sugarcane Yield Estimation at Regional Scale Using Satellite Remote Sensing. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 51(8): 1715-1728. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12524-023-01724-x>
- Vajsová, B., Fasbender, D., Wirthardt, C., Lemajic, S., and Devos, W. 2020. Assessing spatial limits of Sentinel-2 data on arable crops in the context of checks by monitoring. *Remote Sensing* 12(14): 2195. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12142195>

- Vasconcelos, J. C. S., Speranza, E. A., Antunes, J. F. G., Barbosa, L. A. F., Christofolletti, D., Severino, F. J., and de Almeida Cançado, G. M. 2023. Development and Validation of a Model Based on Vegetation Indices for the Prediction of Sugarcane Yield. *AgriEngineering* 5(2): 698-719. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriengineering5020044>
- Veysi, S., Naseri, A. A., and Hamzeh, S. 2020. Relationship between field measurement of soil moisture in the effective depth of sugarcane root zone and extracted indices from spectral reflectance of optical/thermal bands of multispectral satellite images. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 48(7): 1035-1044. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12524-020-01135-2>
- Virani, V. B., Kumar, N., & Mote, B. M. 2025. Integration of Remote Sensing and Meteorological Data for Rapid Sugarcane Yield Estimation Using Machine Learning. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 53(4): 1109-1124. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12524-024-02066-y>
- Waters, E. K., Chen, C.-M., and Rahimi Azghadi, M. 2024. Sugarcane Health Monitoring With Satellite Spectroscopy and Machine Learning: A Review. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2404.16844>
- Yli-Heikkilä, M., Wittke, S., Luotamo, M., Puttonen, E., Sulkava, M., Pellikka, P., and Klami, A. 2022. Scalable crop yield prediction with Sentinel-2 time series and temporal convolutional network. *Remote Sensing* 14(17): 4193. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs14174193>
- Zhang, S., Qin, H., Li, X., Zhang, M., Yao, W., Lyu, X., and Jiang, H. 2025. Sensitive Multispectral Variable Screening Method and Yield Prediction Models for Sugarcane Based on Gray Relational Analysis and Correlation Analysis. *Remote Sensing* 17(12): 2055. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17122055>
- Zhang, Y. B., Yang, S. L., Dao, J. M., Deng, J., Shahzad, A. N., Fan, X., and Zeng, Z. H. 2020. Drought-induced alterations in photosynthetic, ultrastructural and biochemical traits of contrasting sugarcane genotypes. *PLoS One* 15(7): e0235845.

Zhu, L., Liu, X., Wang, Z., and Tian, L. 2023. High-precision sugarcane yield prediction by integrating 10-m Sentinel-1 VOD and Sentinel-2 GRVI indexes. *European Journal of Agronomy* 149: 126889. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.202>

**DESARROLLO SOCIOEMOCIONAL DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR A
TRAVÉS DE CLUBES CULTURALES**

*SOCIO-EMOTIONAL DEVELOPMENT OF UPPER SECONDARY EDUCATION STUDENTS
THROUGH CULTURAL CLUBS*

AUTORES:

Mario Luevanos Vazquez¹, Olivia Alejandra Jacobo Luna²

RESUMEN

El desarrollo socioemocional de los estudiantes de educación media superior constituye un eje fundamental para la formación integral de las juventudes, particularmente en contextos sociales caracterizados por la vulnerabilidad, la violencia y la desigualdad social. El presente estudio tiene como objetivo principal analizar el papel de los clubes culturales del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 270 (CBTis 270), ubicado en el suroriente de Ciudad Juárez, como espacios formativos que contribuyen al bienestar emocional y la cohesión social. La investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto, con un diseño descriptivo y analítico de corte transversal, utilizando cuestionarios estructurados con escala tipo Likert aplicados a estudiantes y docentes, además de observación directa. Los resultados obtenidos evidencian que la participación activa en estos clubes impacta de manera positiva y significativa en habilidades socioemocionales clave como la autoestima, la autorregulación emocional, la empatía y el trabajo colaborativo. Asimismo, se identificó un fortalecimiento del sentido de pertenencia e identidad institucional, destacando el proyecto "Así Somos los Toros" como un ritual de integración que genera una percepción favorable del arte y la cultura. Estos espacios funcionan como estrategias preventivas eficaces frente a la apatía escolar y las conductas de riesgo presentes en la comunidad. En conclusión, los clubes culturales trascienden su carácter extracurricular, consolidándose como prácticas educativas fundamentales para la construcción de una cultura escolar inclusiva y socialmente significativa en el nivel medio superior

Palabras clave: Desarrollo socioemocional, educación media superior, clubes culturales, identidad juvenil, cohesión social.

ABSTRACT

Socio-emotional development in upper secondary education students constitutes a fundamental axis for the integral formation of youth, particularly in social contexts characterized by vulnerability, violence, and

¹ Mario Luevanos Vazquez: Jefe de servicios docentes en el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No 270, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, Mario.luevanos@cbtis270.edu.mx

² Olivia Alejandra Jacobo Luna: Docente en el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No 270, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, alejandra.jacobo@cbtis270.edu.mx

social inequality. The main objective of this study is to analyze the role of cultural clubs at the Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 270 (CBTis 270), located in the southeastern area of Ciudad Juárez, as formative spaces that contribute to emotional well-being and social cohesion. The research was developed under a mixed methodological approach, with a descriptive and analytical cross-sectional design, utilizing structured Likert-scale questionnaires administered to students and teachers, complemented by direct observation. The obtained results evidence that active participation in these clubs has a positive and significant impact on key socio-emotional skills such as self-esteem, emotional self-regulation, empathy, and collaborative work. Furthermore, a strengthening of the sense of belonging and institutional identity was identified, highlighting the project "Así Somos los Toros" as an integration ritual that generates a favorable perception of art and culture. These spaces function as effective preventive strategies against school apathy and risk behaviors present in the community. In conclusion, cultural clubs transcend their extracurricular nature, establishing themselves as fundamental educational practices for the construction of an inclusive and socially meaningful school culture in upper secondary education.

Keywords: socio-emotional development; upper secondary education; cultural clubs; youth identity; social cohesion.

INTRODUCCIÓN

La educación media superior constituye una etapa clave en la trayectoria formativa de las juventudes, al coincidir con procesos intensos de construcción identitaria, desarrollo emocional y consolidación de vínculos sociales. En este nivel educativo, la escuela no solo cumple una función académica, sino que se configura como un espacio social privilegiado para el acompañamiento integral de los estudiantes, particularmente en contextos marcados por la desigualdad, la violencia y la fragmentación comunitaria.

En regiones como el suroriente de Ciudad Juárez, donde convergen condiciones de vulnerabilidad social, la institución escolar adquiere un papel estratégico como espacio de contención, socialización y generación de sentido de pertenencia. Diversas investigaciones han documentado que la falta de identificación con la escuela, el debilitamiento de los lazos comunitarios y la apatía escolar pueden derivar en problemáticas como el abandono escolar, la baja autoestima y la reproducción de conductas de riesgo. Ante este panorama, resulta imprescindible que las escuelas implementen estrategias educativas orientadas a fortalecer la cohesión social y el bienestar socioemocional del alumnado.

En este contexto, las actividades extracurriculares vinculadas al arte y la cultura han sido reconocidas como prácticas formativas con alto potencial educativo. Más allá de complementar el currículo formal, estas experiencias ofrecen espacios de expresión emocional, reconocimiento social y construcción colectiva, permitiendo a los jóvenes resignificar su experiencia escolar. Desde esta perspectiva, los clubes culturales

escolares se consolidan como dispositivos pedagógicos que favorecen el desarrollo de habilidades socioemocionales y la construcción de identidades juveniles positivas.

En el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 270 (CBTis 270), el impulso a clubes culturales y proyectos artísticos ha sido una estrategia institucional orientada a fortalecer la formación integral del estudiantado. Dentro de estas iniciativas destaca el proyecto “Así Somos los Toros”, creado en 2017 en el marco del programa Construye T, específicamente desde su componente RecreaT. Aunque públicamente se presenta como un show de talentos, su relevancia trasciende la exhibición artística, al configurarse como una práctica cultural escolar con profundas implicaciones formativas.

Desde una mirada sociológica, este tipo de experiencias pueden analizarse como rituales de integración escolar que fortalecen la identidad colectiva y el sentido de pertenencia del alumnado. A través de la participación en expresiones artísticas, creativas y culturales, los estudiantes no solo visibilizan talentos individuales, sino que se reconocen como parte de una comunidad educativa que comparte símbolos, valores y narrativas institucionales.

El propósito de la presente investigación es analizar el papel de los clubes culturales del CBTis 270 como espacios formativos que contribuyen al desarrollo socioemocional, la cohesión social y la construcción de la identidad institucional de los estudiantes de educación media superior. Asimismo, se busca identificar las habilidades socioemocionales que se fortalecen a partir de la participación estudiantil, explorar la percepción de docentes y alumnos sobre su impacto en la convivencia escolar y valorar su potencial como estrategias preventivas frente a la apatía escolar y las conductas de riesgo

MARCO TEÓRICO

El análisis del desarrollo socioemocional en el ámbito escolar requiere una aproximación teórica que articule los estudios sobre juventudes, cultura escolar y prácticas formativas. Desde la sociología de la educación, la escuela se concibe no solo como un espacio de transmisión de conocimientos, sino como un escenario social donde se producen significados, identidades y formas de convivencia que inciden de manera directa en la trayectoria educativa y vital de los estudiantes.

El concepto de cultura escolar resulta central para comprender estas dinámicas. De acuerdo con Dubet (2006), la escuela es una institución en la que se entrelazan normas, valores, rituales y prácticas que estructuran la experiencia cotidiana del alumnado. En este sentido, las actividades extracurriculares adquieren un papel relevante al ofrecer espacios menos normativos que el aula tradicional, permitiendo a los jóvenes desplegar su subjetividad y fortalecer vínculos sociales significativos.

Desde los estudios sobre juventudes, se reconoce que la adolescencia es una etapa marcada por la búsqueda de identidad, la necesidad de reconocimiento y la pertenencia a colectivos significativos

(Erikson, 1993). En contextos de vulnerabilidad social, estas necesidades suelen verse tensionadas por la exposición a la violencia, la desigualdad y la fragmentación comunitaria.

Bronfenbrenner (1987) sostiene que los entornos educativos funcionan como microsistemas que influyen de manera directa en el desarrollo socioemocional de los individuos, lo que posiciona a la escuela como un espacio clave de intervención formativa.

Las actividades artísticas y culturales se han consolidado como herramientas educativas con alto impacto socioemocional. Estudios empíricos han demostrado que la participación en programas escolares orientados al desarrollo socioemocional favorece la autoestima, la autorregulación emocional, la empatía y las habilidades sociales, además de incidir positivamente en la convivencia escolar y la prevención de conductas de riesgo (Durlak et al., 2011; OECD, 2018). La UNESCO (2010, 2021) subraya que la educación artística contribuye a la inclusión social, la cohesión comunitaria y la construcción de ciudadanía, especialmente en contextos de exclusión.

Un aporte conceptual relevante para esta investigación es la noción de ritual de integración. Desde la sociología clásica, Durkheim plantea que los rituales cumplen una función cohesionadora al reforzar valores compartidos y generar sentimientos de pertenencia colectiva. Turner amplía esta perspectiva al introducir el concepto de *communitas*, entendido como un estado de igualdad simbólica que emerge en los rituales y fortalece los lazos sociales. Aplicado al ámbito escolar, los eventos culturales y artísticos pueden interpretarse como rituales que articulan emociones colectivas, símbolos institucionales e identidades juveniles.

Asimismo, autores como Bourdieu (1997) y Maffesoli (2004) destacan que las prácticas culturales compartidas permiten la construcción de hábitos e identidades colectivas, otorgando sentido y pertenencia a los sujetos que participan en ellas. En el contexto escolar, estas prácticas contribuyen a resignificar la experiencia educativa y a fortalecer el vínculo de los estudiantes con su institución.

La literatura sobre prevención de la violencia escolar enfatiza la importancia de promover entornos educativos seguros y participativos. La Secretaría de Educación Pública (2022) reconoce el desarrollo socioemocional como un eje transversal de la educación media superior, destacando el papel de las actividades formativas complementarias. En esta línea, las artes y la cultura se posicionan como estrategias preventivas que favorecen la convivencia pacífica, la empatía y el compromiso social.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el papel de los clubes culturales del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 270 (CBTis 270) como espacios formativos que contribuyen al desarrollo socioemocional, la cohesión social y la construcción de la identidad institucional de los estudiantes de educación media superior.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las habilidades socioemocionales específicas, tales como la autoestima, autorregulación y empatía, que se fortalecen a partir de la participación activa de los estudiantes en los clubes culturales.
- Explorar la percepción tanto de docentes como de alumnos respecto al impacto de estas actividades en la convivencia escolar y la generación de vínculos sociales significativos.
- Valorar el potencial de las expresiones artísticas y culturales como estrategias preventivas institucionales frente a la apatía escolar y las conductas de riesgo en contextos de vulnerabilidad.
- Examinar la influencia de los rituales de integración cultural en el fortalecimiento del sentido de pertenencia y el orgullo institucional del estudiantado

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto, al integrar estrategias cuantitativas y cualitativas que permitieron analizar de manera integral el impacto de los clubes culturales en el desarrollo socioemocional, la cohesión social y el sentido de pertenencia de los estudiantes del CBTis 270. Este enfoque resulta pertinente para el estudio de fenómenos educativos complejos, en los que intervienen tanto dimensiones objetivas como percepciones, experiencias y significados construidos por los actores escolares.

El estudio se inscribe en un diseño descriptivo-analítico, con el propósito de identificar y analizar los efectos formativos asociados a la participación estudiantil en clubes culturales. Asimismo, se adoptó un corte transversal, dado que la recolección de información se realizó en un periodo específico del ciclo escolar, lo que permitió obtener una radiografía del fenómeno en un momento determinado.

Desde una perspectiva interpretativa, la investigación buscó comprender cómo los clubes culturales operan como espacios formativos que favorecen el desarrollo de habilidades socioemocionales, la construcción de identidad juvenil y la convivencia escolar, particularmente en un contexto social caracterizado por la vulnerabilidad y la exposición a factores de riesgo.

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 270 (CBTis 270), ubicado en el suroriente de Ciudad Juárez, Chihuahua. La población de referencia estuvo conformada por la totalidad de estudiantes y docentes del plantel, cuya matrícula aproximada asciende a 3,803 alumnos en el nivel medio superior.

Para el componente cuantitativo, se trabajó con una muestra no probabilística de tipo intencional, integrada por estudiantes que participan activamente en alguno de los clubes culturales del plantel. Este criterio de selección permitió recabar información directamente vinculada con la experiencia formativa objeto de estudio. Asimismo, se incluyó a docentes que mantienen contacto directo con los clubes

culturales o que han observado de manera sistemática su impacto en el comportamiento, la convivencia y el bienestar emocional del alumnado.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Con el fin de fortalecer la validez del estudio, se empleó una estrategia de triangulación metodológica, combinando diferentes técnicas e instrumentos de recolección de información.

En el componente cuantitativo, se aplicaron cuestionarios estructurados a estudiantes y docentes, diseñados mediante formularios digitales (Google Forms). Los instrumentos incluyeron ítems cerrados con escala tipo Likert de cuatro puntos (1 = Nada, 2 = Poco, 3 = Mucho, 4 = Muchísimo), orientados a medir variables relacionadas con el bienestar emocional, la autoestima, la autorregulación emocional, el trabajo colaborativo, las relaciones interpersonales, el sentido de pertenencia y la percepción del impacto de los clubes culturales en la convivencia escolar y la prevención de conductas de riesgo.

En el componente cualitativo, se incorporaron preguntas abiertas dentro de los cuestionarios, así como la observación directa de las dinámicas desarrolladas en los clubes culturales. Esta técnica permitió registrar actitudes, niveles de participación, interacciones sociales, expresiones emocionales y formas de colaboración entre los estudiantes, aportando información contextual que enriqueció la interpretación de los datos cuantitativos.

Procedimiento

La aplicación de los instrumentos se realizó en distintos momentos del ciclo escolar, garantizando en todo momento la participación voluntaria, el anonimato y la confidencialidad de los informantes. Previo a la aplicación, se explicó a los participantes el propósito del estudio y el uso académico de la información recopilada. Una vez concluida la recolección de datos, se procedió a la sistematización y depuración de la información, verificando su consistencia y pertinencia para el análisis posterior.

Análisis de datos

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias y porcentajes que permitieron identificar tendencias relacionadas con el desarrollo socioemocional, la convivencia escolar y el impacto percibido de los clubes culturales.

La información cualitativa fue analizada a través de un proceso de categorización temática, identificando patrones recurrentes en las respuestas abiertas y en los registros de observación. Este análisis permitió profundizar en los significados que estudiantes y docentes atribuyen a los clubes culturales dentro de la vida escolar.

La integración de ambos enfoques posibilitó una comprensión amplia del fenómeno estudiado y fortaleció la interpretación de los resultados desde una perspectiva educativa y sociológica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la participación de los estudiantes en los clubes culturales del CBTis 270 tiene un impacto positivo y significativo en su desarrollo socioemocional, en la calidad de las relaciones interpersonales y en el fortalecimiento del sentido de pertenencia institucional. Estos hallazgos confirman el valor de los clubes culturales como espacios formativos que complementan el currículo formal y enriquecen la experiencia escolar de las juventudes.

Tabla 1

Percepción de los estudiantes sobre el fortalecimiento de habilidades socioemocionales

Habilidad	Impacto Percibido (Alto/Muy Alto)	Frecuencia Relativa (%)
Socioemocional	Alto)	Relativa (%)
Trabajo Colaborativo	92%	Elevado
Autoestima y Autoconcepto	85%	Significativo
Empatía y Convivencia	81%	Significativo
Autorregulación Emocional	78%	Moderado-Alto

Nota: Datos obtenidos de cuestionarios tipo Likert aplicados a 150 estudiantes del

CBTis 270 donde se destaca el impacto positivo en el trabajo colaborativo

En relación con el bienestar emocional, los datos muestran una percepción ampliamente favorable por parte del alumnado. Una proporción mayoritaria de los estudiantes reportó niveles altos y muy altos de impacto positivo en su equilibrio emocional, lo que sugiere que los clubes culturales favorecen la expresión de emociones, la reducción del estrés y el fortalecimiento de la autoestima. Desde la percepción docente, más del 80% considera que estas actividades contribuyen de manera significativa al bienestar emocional del alumnado. Estos resultados coinciden con lo señalado por Durlak et al. (2011) y la OECD (2018), quienes destacan que los programas escolares orientados al desarrollo socioemocional inciden positivamente en el bienestar y la adaptación escolar.

Respecto al desarrollo de habilidades socioemocionales, los resultados evidencian avances relevantes en competencias como el trabajo en equipo, la comunicación y la empatía. El trabajo colaborativo se posiciona como la habilidad más fortalecida, lo que indica que los clubes culturales operan como espacios de aprendizaje colectivo donde se promueve la corresponsabilidad y el respeto a la diversidad. Estos hallazgos refuerzan lo planteado por Treviño (2020) y la UNESCO (2010), al señalar que las actividades artísticas favorecen aprendizajes socioemocionales que difícilmente se desarrollan únicamente en el aula tradicional.

En cuanto a la convivencia escolar, tanto estudiantes como docentes identificaron mejoras en las relaciones interpersonales, particularmente en términos de respeto, apoyo mutuo y disposición al diálogo. La observación directa permitió registrar dinámicas de inclusión y participación activa, donde los estudiantes asumieron roles colaborativos y mostraron mayor apertura a la interacción social. Estos resultados respaldan la idea de que las prácticas culturales colectivas fortalecen la cohesión social y contribuyen a la construcción de entornos escolares más empáticos y participativos.

Un aspecto central del estudio es el sentido de pertenencia e identidad institucional. Los resultados muestran que la participación en clubes culturales refuerza la identificación de los estudiantes con el CBTis 270, expresada a través del orgullo institucional y el reconocimiento simbólico como parte de la comunidad escolar. Desde una perspectiva sociológica, estos espacios funcionan como rituales de integración que articulan símbolos, emociones y narrativas colectivas, reforzando la cohesión social y la cultura escolar (Durkheim; Turner; Maffesoli).

Tabla 2

Percepción docente sobre el impacto institucional de los clubes culturales

Dimensión de Impacto	Observación Docente Dominante	Nivel de Acuerdo
Clima Escolar	Reducción de la apatía y mejora en la convivencia grupal.	Muy Alto
Identidad	Mayor orgullo y sentido de pertenencia al plantel (CBTis 270).	Muy Alto
Prevención	Disminución de conductas de riesgo y mayor retención escolar.	Alto
Relación Docente-Alumno	Fortalecimiento de vínculos de confianza y acompañamiento.	Alto

Nota: Sistematización de la percepción docente que identifica a los clubes como herramientas clave para fortalecer la identidad institucional y reducir la apatía escolar.

Los resultados evidencian el potencial preventivo de los clubes culturales frente a la apatía escolar y las conductas de riesgo. La mayoría de los estudiantes reconoce estas actividades como una alternativa positiva para el uso del tiempo libre, mientras que el profesorado las identifica como estrategias que contribuyen a la prevención de comportamientos de riesgo. Este hallazgo adquiere especial relevancia en un contexto social marcado por la violencia y la vulnerabilidad, y coincide con lo señalado por la Secretaría de Educación Pública (2022) y Pacheco-Salazar (2018), quienes destacan el papel del desarrollo socioemocional en la prevención de problemáticas escolares.

También los resultados revelan áreas de oportunidad, particularmente en la participación de las familias. Aunque se reconoce un involucramiento moderado, una parte del profesorado percibe este aspecto como insuficiente, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la vinculación entre escuela y familia para potenciar los efectos formativos de los clubes culturales. Jiménez et al. (2021) subrayan que la corresponsabilidad entre comunidad educativa y familias es un factor clave para la sostenibilidad de los procesos educativos integrales.

Los resultados confirman que los clubes culturales del CBTis 270 funcionan como espacios formativos estratégicos, capaces de incidir positivamente en el desarrollo socioemocional, la convivencia escolar y la identidad juvenil. La discusión de los hallazgos permite afirmar que fortalecer y sistematizar estas prácticas resulta fundamental para la construcción de trayectorias educativas más significativas y entornos escolares más inclusivos en la educación media superior.

Tabla 3

Dimensiones del desarrollo integral observadas en los clubes culturales del CBTis 270

Dimensión de Análisis	Hallazgo Empírico en CBTis 270	Referencia Teórica
Psicosocial	Fortalecimiento de la autoestima y seguridad personal en el escenario.	Erikson (1993) - Construcción de identidad.
		Maffesoli (2004) -
Sociológica	Formación de "tribus" positivas y lazos de apoyo mutuo entre alumnos.	Neotribalismo y cohesión.
Pedagógica	El arte como herramienta de resistencia ante la apatía escolar.	Giroux (2003) - Pedagogía de la esperanza.
		Bronfenbrenner (1987)
Sistémica	Mejora del clima escolar y sentido de pertenencia al plantel.	- Microsistema escolar.

Nota: Relación entre hallazgos empíricos y fundamentos teóricos de Bronfenbrenner, Dubet y Erikson que sustentan la investigación.

CONCLUSIONES.

La presente investigación permitió analizar el papel de los clubes culturales del CBTis 270 como espacios formativos relevantes en la educación media superior, evidenciando su contribución al desarrollo socioemocional, la cohesión social y la construcción de la identidad institucional de los estudiantes. Los hallazgos confirman que estas prácticas trascienden su carácter extracurricular para consolidarse como

componentes centrales de la cultura escolar, con un impacto significativo en el bienestar y la experiencia educativa de las juventudes.

Uno de los principales aportes del estudio es la identificación de los clubes culturales como dispositivos formativos integrales, capaces de fortalecer habilidades socioemocionales clave como la autoestima, la autorregulación emocional, la empatía, la comunicación y el trabajo colaborativo. La participación sistemática en actividades artísticas y culturales ofrece a los estudiantes oportunidades para expresar emociones, desarrollar confianza en sí mismos y construir vínculos sociales significativos, elementos fundamentales para su desarrollo personal, académico y social.

Asimismo, los resultados muestran que los clubes culturales inciden de manera positiva en la convivencia escolar, favoreciendo relaciones interpersonales más respetuosas, empáticas y colaborativas. A través de dinámicas colectivas, los estudiantes aprenden a trabajar en equipo, a reconocer la diversidad y a asumir responsabilidades compartidas, lo que contribuye a la creación de entornos escolares más inclusivos y participativos. Estas interacciones fortalecen el tejido social al interior del plantel y reducen la apatía escolar, promoviendo un clima educativo más favorable para el aprendizaje.

Desde una perspectiva sociológica, los clubes culturales cumplen una función simbólica relevante en la construcción del sentido de pertenencia y la identidad institucional. La identificación de los estudiantes con su comunidad escolar se ve reforzada mediante la participación activa en espacios donde se reconocen talentos, se valoran expresiones culturales diversas y se comparten símbolos y narrativas colectivas. En este sentido, los clubes culturales operan como rituales de integración escolar que fortalecen la cohesión social y consolidan una cultura escolar positiva.

Otro hallazgo relevante es el potencial preventivo de los clubes culturales frente a la apatía escolar y las conductas de riesgo. En un contexto social caracterizado por la vulnerabilidad y la exposición a la violencia, estos espacios ofrecen alternativas constructivas para el uso del tiempo libre, promoviendo la canalización positiva de emociones y la generación de vínculos protectores. Al brindar entornos seguros y de acompañamiento, los clubes culturales se constituyen en factores de protección que inciden favorablemente en el bienestar emocional de los estudiantes.

El estudio también identifica áreas de oportunidad, particularmente en lo referente a la participación de las familias. Si bien se reconoce un involucramiento moderado, resulta necesario fortalecer los mecanismos de vinculación entre escuela y familia para ampliar el impacto formativo de los clubes culturales. La corresponsabilidad entre los distintos actores de la comunidad educativa podría potenciar

el sentido de pertenencia y consolidar los beneficios a largo plazo en el desarrollo socioemocional del alumnado.

En términos de implicaciones educativas, los resultados sugieren la necesidad de fortalecer y sistematizar los clubes culturales como parte de la estrategia institucional del nivel medio superior. Reconocerlos como espacios formativos estratégicos implica dotarlos de mayor visibilidad, acompañamiento docente y continuidad, así como integrarlos de manera más explícita a los objetivos de formación integral establecidos en el marco curricular vigente.

Esta investigación abre nuevas líneas de estudio, orientadas a analizar el impacto longitudinal de los clubes culturales en la trayectoria educativa de los estudiantes, así como a realizar estudios comparativos con otros planteles de educación media superior. Profundizar en estas experiencias desde una perspectiva sociológica y educativa permitirá seguir construyendo evidencia sobre el valor del arte y la cultura escolar como herramientas clave para una educación más humana, inclusiva y socialmente comprometida.

BIBLIOGRAFÍA.

Bourdieu, P. (1997). *Razones prácticas: Sobre la teoría de la acción* . Anagrama.

Bronfenbrenner, U. (1987). *La ecología del desarrollo humano*. Paidós.

Coll, C. (2014). *El currículo escolar en el marco de la educación inclusiva* . Graó. Dubet, F.

(2006). *El declive de la institución*. Gedisa.

Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, 82(1), 405–432.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x>

Erikson, E. H. (1993). *Infancia y sociedad*. Norton.

Giroux, H. A. (2003). *Pedagogía y política de la esperanza*. Amorrotu. Maffesoli,

M. (2004). *El tiempo de las tribus*. Siglo XXI.

OECD. (2018). *Social and emotional skills for student success*. OECD Publishing.

<https://doi.org/10.1787/9789264226159-en>

Secretaría de Educación Pública. (2022). *Marcocurricular común de la educación media superior*.

SEP.

UNESCO. (2010). *La educación artística y cultural en la escuela*. UNESCO.

UNESCO. (2021). *Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación*. UNESCO.

**PERCEPCIÓN QUE TIENEN LOS DOCENTES DE LAS ESCUELAS PRIMARIAS DE SANTA MARÍA
ASUNCIÓN MUNICIPIO DE OMETEPEC GUERRERO, SOBRE LA REFORMA EDUCATIVA
IMPLEMENTADA EN MÉXICO**

*PERCEPTIONS OF PRIMARY SCHOOL TEACHER'S IN SANTA MARÍA ASUNCIÓN,
MUNICIPALITY OF OMETEPEC, GUERRERO, REGARDING THE EDUCATIONAL REFORM
IMPLEMENTED IN MEXICO*

Autores:

Gloria Ivet Borja De La Cruz¹, Ariadna Galilea Carmona Solís², Deysi Julissa Gómez Herrera³

Raul Mejia Ramirez⁴, Mayrén Hilario Castillo⁵

RESUMEN

La educación es un Pilar fundamental Para el desarrollo de cualquier sociedad, y en México, la reforma educativa implementada en los últimos años ha sido un tema de gran relevancia y debate en el ámbito educativo. La reforma busca mejorar la calidad de la educación y aumentar la equidad en acceso a la educación, lo que es fundamental para el desarrollo económico y social del país.

Sin embargo, la implementación de la reforma educativa ha generado opiniones diversas entre los docentes, quienes son actores clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los docentes son fundamentales para la implementación efectiva de cualquier reforma educativa, ya que son ellos quienes deben adaptar sus prácticas y métodos de enseñanza para cumplir con los objetivos y metas establecidas en la reforma educativa.

En ese contexto, es importante conocer la percepción que tienen los docentes sobre la reforma educativa implementada en México. La percepción de los docentes puede influir en su compromiso y motivación para implementar la reforma, lo que a su vez puede afectar la calidad de la educación que se brinda a los estudiantes.

El presente proyecto de investigación busca explorar la percepción que tienen los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción municipio de Ometepec, sobre la reforma educativa implementada en México. La investigación pretende identificar las opiniones y actitudes de los

¹ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec.

² Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec.

³ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec.

⁴ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec. raul_mejia81@yahoo.com.mx

⁵ Centro Universitario del Pacífico Sur Campus Ometepec. mayren_h@hotmail.com

docentes hacia la reforma, así como los desafíos y beneficios que ha experimentado en su implementación para la formación de los alumnos.

PALABRAS CLAVE: México, reforma educativa, docentes, percepción, primarias

ABSTRACT

Education is a fundamental pillar for the development of any society, and in Mexico, the educational reform implemented in recent years has been a topic of great relevance and debate within the educational sphere. The reform seeks to improve the quality of education and increase equity in access to education, which is fundamental for the country's economic and social development.

However, the implementation of the educational reform has generated diverse opinions among teachers, who are key players in the teaching-learning process. Teachers are essential for the effective implementation of any educational reform, as they are the ones who must adapt their teaching practices and methods to meet the objectives and goals established in the reform.

In this context, it is important to understand teachers' perceptions of the educational reform implemented in Mexico. Teachers' perceptions can influence their commitment and motivation to implement the reform, which in turn can affect the quality of education provided to students.

This research project seeks to explore the perceptions of primary school teachers in Santa María Asunción, municipality of Ometepec, regarding the educational reform implemented in Mexico. The research aims to identify teachers' opinions and attitudes toward the reform, as well as the challenges and benefits they have experienced in its implementation for student education.

KEYWORDS: Mexico, education reform, teachers, perception, primary schools

INTRODUCCIÓN

La reforma educativa es un tema complejo y relevante que busca mejorar la calidad de la educación en el país. Las reformas educativas abordan la necesidad de mejorar los logros de los estudiantes, reducir las disparidades educativas entre diferentes regiones y grupos socioeconómicos, adaptarse al cambio social y tecnológico, preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos actuales (UNESCO, 2021).

En muchos países, la reforma ha sido un tema recurrente durante décadas. En algunos casos, este cambio ha tenido mucho éxito y ha mejorado mucho la calidad de la educación. Sin embargo, en

otros casos, los resultados no han cumplido las expectativas, generando críticas e insatisfacción por parte de los alumnos, padres y docentes (OCDE, 2023).

La reforma educativa implementada en México ha suscitado diversas repercusiones en el ámbito educativo, generando opiniones encontradas entre los actores involucrados. En particular, los docentes de las escuelas primarias en Santa María Asunción, Municipio de Ometepec, han manifestado ciertas inquietudes respecto a las implicaciones de esta reforma en su labor diaria y en su proyección profesional y económica. La falta de información clara y el temor a cambios en sus condiciones laborales han llevado a que la percepción sobre la reforma educativa sea negativa, lo cual podría influir en su desempeño como docente y en la calidad de la educación que imparten (SEP, 2022).

La problemática principal radica en identificar cuál es la percepción de los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción sobre la reforma educativa. Es fundamental identificar si esta percepción negativa se debe a preocupaciones relacionadas con su jubilación, seguridad laboral y otros beneficios que podrían verse afectados. De no abordarse adecuadamente estas inquietudes, es probable que la reforma no logre sus objetivos de mejorar la calidad educativa y de fortalecer la profesionalización docente.

Los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción, Municipio de Ometepec, tienen una percepción pésima sobre la reforma educativa. Esta percepción negativa podría estar relacionada con el impacto que la reforma tiene en su jubilación y en la estabilidad de sus fuentes laborales. Es probable que, en su mayoría, sientan que la reforma no contempla beneficios que contrarrestarían su preocupación, lo cual podría generar resistencia a su implementación y afectar el clima escolar.

La identificación de la percepción de los docentes es esencial para comprender no solo su postura sobre la reforma educativa, sino también para proponer soluciones que atiendan sus preocupaciones, promuevan su bienestar y, en última instancia, mejoren el sistema educativo en la región (UNESCO, 2021). La reforma educativa implementada en México podría tener varios beneficios para los docentes de las escuelas de Santa María Asunción, Municipio de Ometepec.

MARCO TEÓRICO

1.1 Reformas educativas anteriores al siglo XXI

La historia de las reformas educativas en México es rica y diversa, reflejando los cambios sociales y políticos del País. Los orígenes de las reformas educativas se remontan al período posindependencia, cuando se inició el debate sobre la importancia de la educación para la nación recién formada. Durante el siglo XIX, México experimentó varias iniciativas educativas, incluyendo la creación de escuelas normales para la formación de docentes y la promulgación de leyes que buscaban establecer un sistema educativo nacional (Meneses, 1998).

Uno de los primeros esfuerzos significativos fue durante el gobierno de Benito Juárez con las Leyes de Reforma en la década de 1860, que establecían la educación laica, gratuita y obligatoria. Estas reformas fueron cruciales para sentar las bases de un sistema educativo más inclusivo y accesible para toda la población (Arnaut, 1998).

En el siglo XX, México continuó experimentando importantes transformaciones educativas. Un hito destacado fue la reforma impulsada por José Vasconcelos en los años 1920, que promovió la expansión de la educación rural y la creación de una identidad nacional a través de la educación. Esta época también vio el nacimiento de la educación técnica y vocacional, dirigida a satisfacer las necesidades del mercado laboral en desarrollo (Ornelas, 2018).

Más recientemente, en el siglo XXI, las reformas han enfocado en mejorar la calidad de la educación y asegurar la equidad en el acceso a ella. La Reforma Educativa de 2013, por ejemplo, introdujo cambios significativos como la evaluación obligatoria de los docentes y la autonomía de gestión escolar, buscando elevar los estándares educativos y responder mejor a las necesidades locales. Las políticas educativas en México han tenido un profundo impacto en el sistema educativo. Desde la introducción de la educación laica y gratuita en el siglo XIX hasta las reformas del siglo XXI centradas en la calidad y la equidad, estas políticas han buscado adaptar el sistema educativo a los cambios sociales y económicos del país (SEP, 2013).

La implementación de la educación obligatoria y la expansión del acceso a la educación básica han sido pasos cruciales para mejorar los niveles de alfabetización y educación en México. Además, las políticas recientes han buscado fortalecer la formación docente y los métodos pedagógicos, con el fin de mejorar la calidad de la educación. Sin embargo, estas reformas también han enfrentado desafíos, como la resistencia a los cambios en la evaluación docente y la necesidad de asegurar recursos suficientes para su implementación efectiva. A pesar de estos desafíos, las

reformas educativas han sido fundamentales para modelar el sistema educativo mexicano actual, proporcionando una base sólida para futuras innovaciones y mejoras.

1.2. La Reforma Educativa de 2013 (sexenio de Enrique Peña Nieto)

Durante el sexenio de Enrique Peña Nieto, que abarcó de 2012 a 2018, una de las políticas más destacadas y controvertidas fue la Reforma Educativa. Este ambicioso proyecto tuvo como objetivo principal transformar el sistema educativo mexicano para mejorar la calidad de la educación y asegurar que los estudiantes recibieran una formación adecuada para enfrentar los desafíos del siglo XXI. La reforma, sin embargo, enfrentó una fuerte oposición y generó un amplio debate sobre sus méritos y defectos (SEP, 2013).

La Reforma Educativa fue anunciada como parte del Pacto por México, un acuerdo firmado en diciembre de 2012 entre las principales fuerzas políticas del país: el Partido Revolucionario Institucional (PRI), el Partido Acción Nacional (PAN) y el Partido de la Revolución Democrática (PRD). El pacto buscaba promover una serie de reformas estructurales para impulsar el desarrollo del país, y la educación era uno de sus pilares fundamentales (Gobierno de la República, 2012).

De acuerdo con la SEP (2013), los objetivos principales de la Reforma Educativa incluían:

1. Mejorar la calidad de la educación: Asegurar que todos los estudiantes tuvieran acceso a una educación de calidad, independientemente de su lugar de residencia o condición socioeconómica.
2. Evaluar y profesionalizar a los docentes: Implementar mecanismos para evaluar el desempeño de los maestros y promover su desarrollo profesional continuo.
3. Fortalecer la autonomía escolar: Otorgar mayor autonomía a las escuelas para tomar decisiones administrativas y pedagógicas.
4. Aumentar la transparencia y rendición de cuentas: Establecer mecanismos para asegurar la transparencia en la asignación de recursos y el uso de los mismos.

La implementación de la Reforma Educativa requirió cambios constitucionales y legales. En febrero de 2013, el Congreso de la Unión aprobó las modificaciones a los artículos 3 y 73 de la Constitución, estableciendo el Servicio Profesional Docente y el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) como órganos autónomos encargados de evaluar y regular el sistema educativo (DOF, 2013).

Evaluación Docente: Uno de los aspectos más controvertidos de la reforma fue la evaluación docente. La ley establecía que los maestros serían evaluados de manera periódica para garantizar su idoneidad y desempeño en el aula. Aquellos que no aprobaran las evaluaciones tendrían la oportunidad de recibir capacitación y ser reevaluados. Sin embargo, aquellos que no logaran aprobar tras varios intentos podrían ser removidos de sus puestos (INEE, 2015).

Autonomía Escolar: La reforma también buscó fortalecer la autonomía de las escuelas. Se creó el programa de Escuelas de Tiempo Completo, que ofrecía recursos adicionales y mayor flexibilidad para que las escuelas pudieran adaptarse mejor a las necesidades de sus estudiantes. Además, se fomentó la participación de los padres de familia y la comunidad en la toma de decisiones escolares (SEP, 2013).

OBJETIVO GENERAL.

Identificar la percepción que tienen los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción municipio de Ometepec, sobre la reforma educativa implementada en México, con el fin de identificar las opiniones, actitudes y desafíos que enfrentan en su implementación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar la percepción que tienen docentes en las escuelas primarias de Santa María Asunción sobre la reforma educativa implementada en México.
- Analizar los desafíos y beneficios que los docentes han experimentado en la implementación de la reforma.
- Explorar las opiniones y actitudes de los docentes hacia la reforma y su impacto en la práctica educativa.
- Identificar las necesidades de capacitación y apoyo que tienen los docentes para implementar la reforma de manera efectiva.

METODOLOGÍA.

Este estudio es de tipo cuantitativo, debido a que se pretende analizar datos mediante la aplicación de un cuestionario con preguntas cerradas, relacionadas con la percepción que tienen los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción, municipio de Ometepec, sobre la reforma educativa implementada en México.

Además, es de tipo exploratorio se realizará un análisis estadístico de los cuestionarios para describir la percepción de los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción, municipio de Ometepec, sobre la reforma educativa implementada en México. El estudio puede contribuir a mejorar la educación en México al identificar las percepciones y necesidades de los docentes.

La muestra es de 14 docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción municipio de Ometepec, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico intencional. Donde se le hicieron encuestas estructuradas con preguntas cerradas, diseñadas para recopilar información sobre la percepción de los docentes sobre la reforma educativa.

Resultado

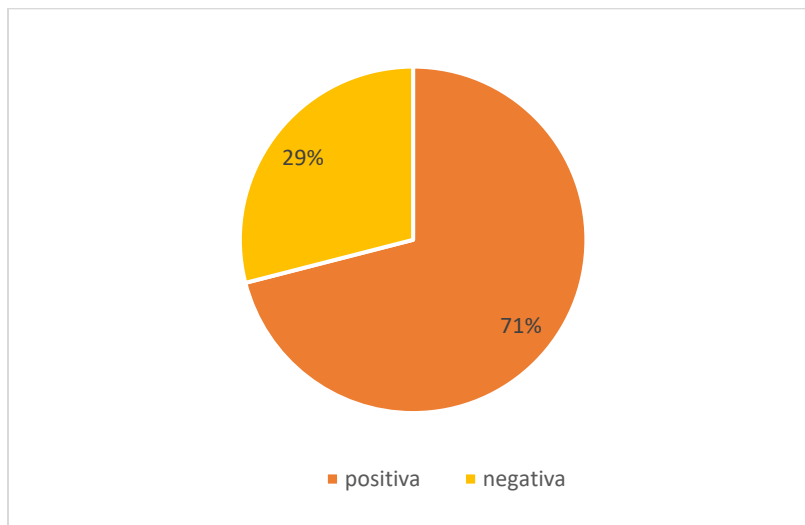
La percepción que tienen los docentes sobre la reforma educativa, incluyendo su opinión sobre los objetivos, beneficios y desafíos, se observan en la figura 1 a la 4. La forma en que se implementa la reforma educativa en las escuelas primarias de Santa María Asunción municipio de Ometepec, los beneficios que los docentes perciben de la reforma educativa, como la mejora en la calidad de la educación o el aumento en la motivación de los estudiantes.

Los desafíos que los docentes enfrentan al implementar la reforma educativa, como la falta de recursos o la resistencia al cambio. Se utilizaron medidas de tendencia central (media mediana, moda) y dispersión (desviación estándar) para describir las características de la muestra y las variables estudiadas.

Se calcularon las frecuencias y sus porcentajes de las respuestas a las preguntas cerradas:

Figura 1.

Percepción de la reforma educativa.

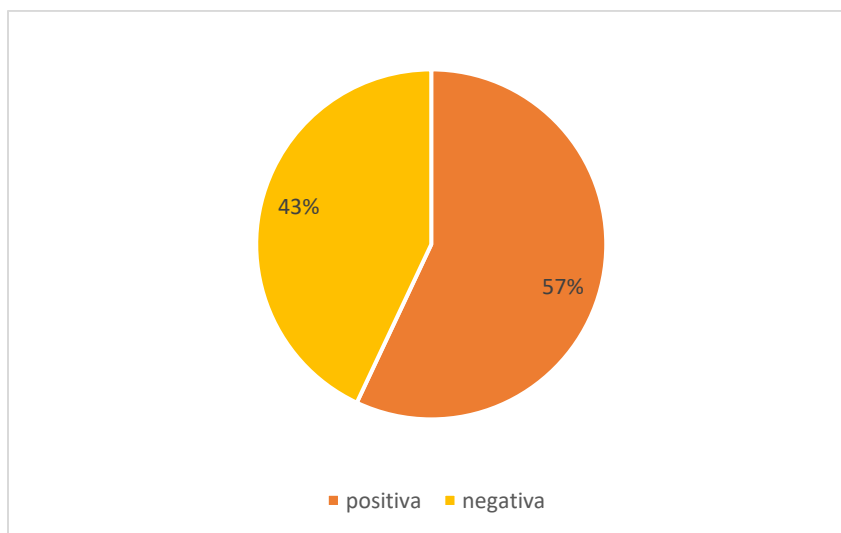


Fuente: Elaboración con base en las encuestas aplicadas a los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción.

La mayoría de los docentes (71%) perciben la reforma educativa como positiva, mientras que el (29%) la perciben como negativa.

Figura 2.

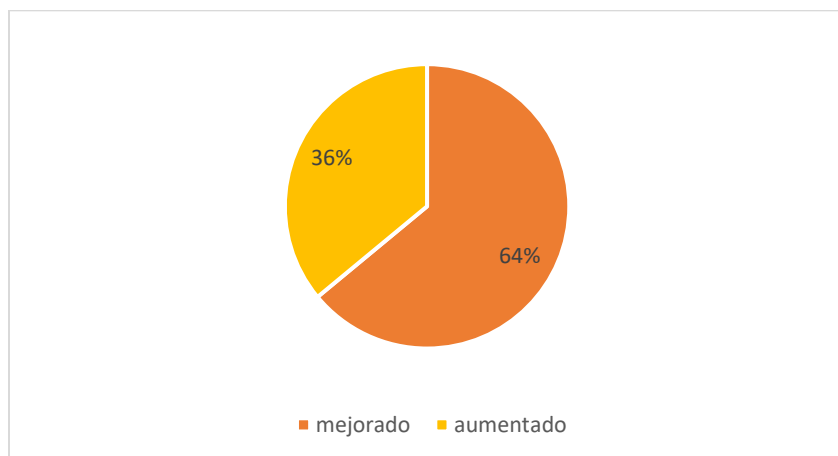
Implementación



.Fuente: Elaboración con base en las encuestas aplicadas a los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción

La mayoría de los docentes (57%) considera que la implementación de la reforma educativa ha sido efectiva, mientras el (43%) considera que ha sido ineficaz.

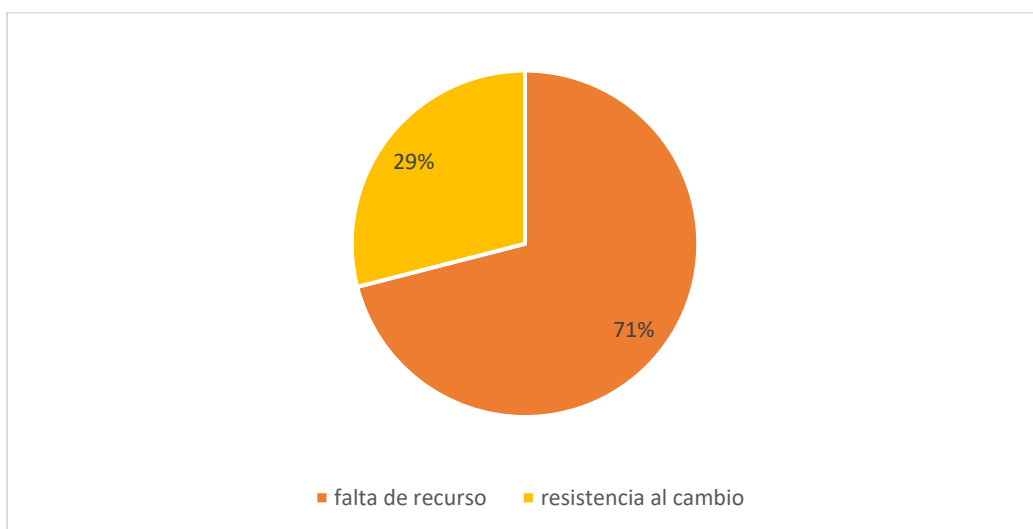
Figura 3
Beneficios



Fuente: Elaboración con base en las encuestas aplicadas a los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción.

Los docentes perciben que la reforma educativa ha mejorado la calidad de la educación (64%) y ha aumentado la motivación de los estudiantes (36%).

Figura 4
Desafíos.



Fuente: Elaboración con base en las encuestas aplicadas a los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción

Los docentes enfrentan desafíos como la falta de recursos (71%) y la resistencia al cambio (29%).

La investigación sobre la percepción que tienen los docentes de las escuelas primarias de Santa María Asunción municipio de Ometepec sobre la reforma educativa implementada en México muestra que la mayoría de los docentes perciben la reforma como positiva y consideran que ha mejorado la calidad de educación. Sin embargo, también enfrentan desafíos como la falta de recursos y la resistencia al cambio. Los resultados de esta investigación pueden ser utilizados para informar políticas y prácticas educativas en la región.

CONCLUSIÓN

La reforma educativa en México ha sido un tema de gran relevancia en los últimos años, siendo una de las principales estrategias del gobierno para mejorar la calidad educativa del país. En este contexto, es fundamental comprender la percepción que tienen los docentes, especialmente aquellos que trabajan en escuelas primarias, sobre los cambios y políticas implementadas a raíz de esta reforma.

Los docentes son actores clave en la implementación de la reforma educativa. Su percepción puede ofrecer una visión clara sobre cómo estas políticas afectan su labor diaria, las metodologías que emplean y el ambiente escolar en general. A través de esta investigación, se espera identificar si los docentes sienten que la reforma ha aportado beneficios a su práctica pedagógica o sí, por el contrario, perciben desafíos que obstaculizan su trabajo.

Cada localidad y contexto educativo presenta características únicas. La elección de Santa María Asunción Municipio de Ometepec, permite una comprensión profunda del fenómeno en un entorno específico, contribuyendo a la literatura existente sobre el tema al enfocarse en una población que puede ser representativa de zonas rurales o semiurbanas en México. Esto facilita la identificación de problemas particulares y necesidades educativas que podrían no ser evidentes en contextos urbanos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arnaut, A. (1998). *La federalización educativa en México: Historia del debate sobre la centralización y la descentralización educativa (1889-1994)*. El Colegio de México.
- Arnaut, A. (2015). *Historia mínima de la educación en México*. El Colegio de México.
- Diario Oficial de la Federación. (2013). *Decreto por el que se reforman los artículos 3o. en sus fracciones III, VII y VIII; y 73, fracción XXV, y se adiciona un párrafo tercero, un inciso d) al párrafo segundo de la fracción II y una fracción IX al artículo 3o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. <https://www.dof.gob.mx>

- Gobierno de la República. (2012). *Pacto por México*. <https://www.gob.mx>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2015). *Los docentes en México: Informe 2015*. INEE. <https://www.inee.edu.mx>
- Meneses, E. (1998). *Tendencias educativas oficiales en México, 1821-1911*. Centro de Estudios Educativos.
- Ornelas, C. (2018). *Política, poder y pupitres: Crítica al nuevo federalismo educativo*. Siglo XXI Editores.
- Secretaría de Educación Pública. (2013). *Programa Sectorial de Educación 2013-2018*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/sep>

TINTES NATURALES: UNA ALTERNATIVA AL USO DE TINTES QUIMICOS EN LA COLORACIÓN DEL CABELLO

NATURAL DYES: AN ALTERNATIVE TO THE USE OF CHEMICAL DYES IN HAIR COLORING

AUTORES:

Norma Angelica Ortega García¹, Graciela Rodríguez Carrillo,²María Guadalupe Muñoz Montañez³

RESUMEN

Esta investigación analizó la percepción, conocimiento y disposición hacia el uso de tintes naturales como alternativa a los tintes convencionales, con un enfoque cuantitativo. Se aplicó un instrumento con escala de Guttman a 56 participantes mediante un formulario de Google Forms, usando un muestreo no probabilístico por conveniencia. Los datos se analizaron con estadística descriptiva. Los resultados muestran una tendencia positiva hacia los tintes naturales. Aunque se conocen moderadamente (50% reconoce que existen tintes sin químicos), la percepción favorable es alta, pues un 87.5% los considera más saludables. Además, el 94.6% expresa preocupación por disminuir el uso de químicos en los productos para el cabello y el 80.4% desea conocer más sobre estas alternativas. Se muestra una elevada aceptación: 80.4% estaría dispuesto a probarlos, el 92.9% los recomendaría y un 85.7% los prefiere a pesar del costo. Si n embargo, solo el 16.2% los ha utilizado, lo que hace evidente una brecha entre actitud e interacción real. Aunque el 83.9% desea cambiar a usarlos y el 62.5% los usaría de forma permanente, la adopción definida precisa de indicadores como su eficiencia, calidad, disponibilidad y la información que brinda. Concluyendo, existe una marcada consciencia sobre los riesgos del uso de químicos y la intención de cambio, con una limitada experiencia práctica, lo que, manifiesta una oportunidad para educar, promover y desarrollar alternativas naturales de cuidado capilar.

PALABRAS CLAVE: tintes, cabello, efectos dañinos, productos naturales, medio ambiente, productos organicos

ABSTRACT

This study analyzed the perception, knowledge, and willingness toward the use of natural dyes as an alternative to conventional hair dyes, using a quantitative approach. A Guttman-scale instrument was administered to 56 participants through a Google Forms questionnaire, employing non-probabilistic convenience sampling. Data were analyzed using descriptive statistics. The results show a positive trend

¹ Norma Angélica Ortega García es: docente en el Centro de Bachillerato Industrial y de Servicios No. 128, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, nangelicaortega.g@gmail.com

² Graciela Rodríguez Carrillo es: docente en el Centro de Bachillerato Industrial y de Servicios No. 128, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, graciela.rodriguez@cbtis128.edu.mx

³ María Guadalupe Muñoz Montañez es: docente en el Centro de Bachillerato Industrial y de Servicios No. 128, en Ciudad Juárez, Chihuahua, México, mariamunoz2896@gmail.com

toward natural dyes. Although awareness is moderate (50% acknowledge the existence of chemical-free dyes), favorable perception is high, as 87.5% consider them healthier. Additionally, 94.6% express concern about reducing the use of chemicals in hair products, and 80.4% are interested in learning more about these alternatives. High acceptance is observed: 80.4% would be willing to try them, 92.9% would recommend them, and 85.7% prefer them despite their cost. However, only 16.2% have used natural dyes, revealing a gap between attitude and actual use. Although 83.9% wish to switch to natural dyes and 62.5% would use them permanently, definitive adoption depends on indicators such as effectiveness, quality, availability, and the information provided. In conclusion, there is a marked awareness of the risks associated with chemical use and a strong intention to change, contrasted with limited practical experience, highlighting an opportunity to educate, promote, and develop natural alternatives for hair care.

KEYWORDS: hair dyes, hair, harmful effects, natural products, environment, organic products

INTRODUCCIÓN

El uso de tintes químicos para teñir el cabello, ha pasado a ser una práctica común, sin embargo, existen trabajos de investigación que han demostrado que los productos que se utilizan están formulados con compuestos que son dañinos como el tolueno y las aminas, éstos pueden provocar daños en la salud de quienes utilizan y los aplican. Entre los efectos nocivos, se encuentran irritaciones, dermatitis, quemaduras, dolores de cabeza, problemas respiratorios, mareos y hasta algunos, se han asociado con ciertos tipos de cáncer (NCI, USA 2022). También deben mencionarse, el impacto que tienen los químicos sobre el cabello y cuero cabelludo se traduce en resequedad, debilidad y caída del cabello. Del mismo modo, hay que considerar que los tintes químicos que se encuentran en el mercado generan daño al medio ambiente debido a sus componentes y los empaques en los que se disponen para su venta, al no ser reciclables, se suman a la problemática del uso de plástico en envases para productos de belleza (Picos, 2018).

Ante esta perspectiva, se presenta la necesidad de desarrollar alternativas que sean más seguras y sostenibles y con esto, lograr que las personas que se tiñen el cabello cambien su apariencia sin poner en riesgo su salud y no contribuir a contaminar el medio ambiente. Desde la antigüedad, se han usado ingredientes naturales como la henna o extractos de algunos vegetales, la cascara de la nuez, entre otros, para la coloración del cabello. La henna se ha usado desde hace más de cinco mil años, en regiones de la India, Oriente medio y África (Bulia, 2026) por lo que, los ingredientes naturales son viables. Ahora bien, los tintes naturales actualmente no cuentan con una amplia variedad de colores ni se encuentran fácilmente disponibles. Por lo anterior, ofrecer un tinte 90% natural, elaborado con ingredientes como aceite de coco y productos no químicos, da respuesta al consumidor que desea modificar su apariencia con productos más amigables con el medio ambiente y su bienestar.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un tinte para coloración del cabello 90% natural que brinde una variedad de colores de fantasía, garantizando seguridad para la salud, el cuidado del cabello y respetando el medio ambiente. Se busca obtener resultados similares a los que se obtienen con el uso de tintes convencionales, sin los efectos dañinos que ocasionan, además de brindar al cabello brillo, suavidad y nutrición. La pertenencia en el desarrollo de este tinte, se basa en la tendencia a nivel global al consumo responsable y la búsqueda de hacer uso de productos más amigables con el medio ambiente. De igual manera, el proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sustentable (Naciones Unidas, 2020), ya que promueve el uso de productos que disminuyen la contaminación ambiental e incentivan el bienestar personal.

El impacto en el desarrollo de esta propuesta, se presenta de acuerdo a diferentes aspectos:

- Impacto en la salud. Se reduce la exposición a químicos dañinos, para consumidores desde los 10 años de edad, sin dejar de lado, el impacto en la salud mental ya que mejora su apariencia, fortalece su autoestima e incrementa su bienestar personal (Smith, J., Pico, I., & colaboradores, 2020)
- Impacto en el medio ambiente. Con la formula del tinte, se evita que se generen desechos tóxicos en el agua y en el suelo.
- Impacto social: Al ofrecer un producto con un precio accesible y de fácil distribución para que llegue a los consumidores.

MARCO TEÓRICO

Uso de químicos en la coloración de cabello y sus efectos en la salud.

En los últimos años, la industria cosmética ha sufrido una importante transformación; ha encaminado sus esfuerzos en buscar alternativas más seguras de utilizar para sus consumidores y amigables con el medio ambiente, En lo referente a los tintes para coloración de cabello, diversos estudios han demostrado su efectividad, sin embargo, su uso, representa riesgos importantes para la salud de consumidores y quienes los aplican, entre los riesgos más importantes encontramos dermatitis, quemaduras cutáneas, dolores de cabeza, mareos y con el uso prolongado de estos productos, incluso hasta cáncer según el Instituto Nacional del Cáncer (NCI, 2022). Estos efectos se suman a daños ocasionados al cabello y cuero cabelludo: debilidad, caída del cabello, pérdida de brillo y resequedad, mismos que no solo afectan la apariencia del consumidor, sino compromete su salud capilar (Picos, 2018).

Tintes químicos y su impacto ambiental.

Los efectos nocivos de los tintes químicos, no solo han ocasionado daño en la salud de los consumidores, sino que también tienen un impacto negativo en el medio ambiente, la mayoría de los envases utilizados para su venta y uso, son no degradables, además que al enjuagar el tinte, una vez cumplido el periodo de

espera en la aplicación, los residuos se van directamente a la red de drenaje de estéticas o de los hogares, esto contribuye a la contaminación del suelo y del agua (Sahota, 2014, citado en Rodrigues, 2023). En este tenor, existe una imperante necesidad de buscar alternativas más seguras y amigables con el medio ambiente, en especial en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2020).

Antecedentes históricos del uso de ingredientes naturales para teñir el cabello.

Los ingredientes naturales se han usado desde tiempos remotos para la coloración de telas y en la estética, existen vestigios arqueológicos en el antiguo Egipto, en los que se ha encontrado momias que presentan tatuajes o pigmentos vegetales en el cabello, evidenciando el uso de estas prácticas. En medio oriente, India y África la henna se ha utilizado desde hace mas de cinco mil años, de manera permanente y sin daños a la salud (Bulia, 2026).

Además de la henna, ingredientes como la manzanilla y la cáscara de nuez, se han utilizado para dar variedad de coloraciones, haciendo patente que los pigmentos naturales, son viables y en la antigüedad, totalmente aceptados por diferentes culturas. (Grogan, 2016) En nuestro país, se cuenta con una gran variedad de plantas tintóreas, con las cuales se han obtenido tintes naturales que se han empleado desde la época prehispánica para la pintura de textiles, murales, el cuerpo humano y códices (Reyes Espinoza, 2023), actualmente la canela, el café, el betabel, forman parte de los ingredientes que se usan comúnmente para teñir el cabello, sin daños secundarios.

Evidencia científica en el uso de tintes naturales.

Hoy en día, se ha dirigido la mirada a los tintes naturales, como respuesta a la necesidad de uso de productos cosméticos más seguros y que no contaminen, recientes estudios han demostrado que plantas como el betabel, la cúrcuma y la manzanilla, además de brindar coloración, aportan una capa protectora que da fuerza a la fibra capilar (Pérez, 2025). También estos mismos ingredientes, se pueden combinar con otros para brindar cuidados al cabello. Aceites como el de coco y de argán, se han incluido para permitir dar brillo, suavidad al cabello además de nutrirlo.

Enfoque hacia el consumo responsable y la sostenibilidad.

Esta tendencia se encamina a un estilo de vida más consciente con la interacción humana y el medio ambiente, por lo que el uso de tintes naturales no solo corresponde a un aspecto estético, sino que se orienta al bienestar personal de una manera integral ((Niinimäki et al., 2020). Los consumidores actualmente buscan productos en los que no se empleen sustancias toxicas, empaques reciclables y que las empresas desarrollen productos, que respeten el medio ambiente (Sahota, 2019). Lo anterior, ha llevado a las empresas de cosméticos a buscar una producción responsable: disminuyendo la huella de carbono, el uso de químicos y dando prioridad al uso de ingredientes naturales. Además, según investigaciones, han dado importancia a la

percepción de los consumidores frente al desarrollo de productos naturales, pues estos, no solo se usan como algo superficial, sino que va mas allá, al permitir mejorar en actitud, autoestima y seguridad a los usuarios, promoviendo el fortalecimiento de la salud mental de los mismos. (Smith, Pico, & colaboradores, 2020)

Importancia de la presente investigación.

El desarrollo de un tinte 90% elaborado con ingredientes naturales, se alinea con la tendencia global del cuidado de la salud y del medio ambiente, ofreciendo una respuesta más segura, sostenible y efectiva (Wison & Patel, 2022). Con esto, se busca obtener los resultados de un tinte convencional sin los efectos negativos, dotando al cabello de beneficios como suavidad y brillo. De esta manera, se integra al marco de los objetivos de Desarrollo Sostenible, al impulsar prácticas que aminora la contaminación al medio ambiente y fomenta la salud de manera integral de las personas (Naciones Unidas, 2020).

OBJETIVO GENERAL:

Formular y evaluar un tinte para el cabello con alto contenido de ingredientes naturales ($\pm 90\%$), analizando su capacidad de pigmentación, duración del color y efecto sobre la salud capilar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las propiedades de pigmentación y los beneficios capilares de diversos ingredientes naturales para su posible uso en formulación de tintes.
- Formular tintes mediante la combinación de ingredientes naturales, evaluando su capacidad de coloración y su efecto sobre el cabello.
- Determinar la formulación con mejores resultados en fijación, intensidad de color y características cosméticas del cabello. .

METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo, debido a que se busca medir analizar interpretar de forma objetiva, percepciones, conocimientos y uso, por parte de los participantes de los tintes naturales como alternativa a los tintes químicos disponibles en el mercado, que pueden ocasionar efectos adversos en la salud capilar.

El estudio corresponde a un diseño no experimental, descriptivo y transversal, pues no se manipuló ninguna variable, sino que se observaron los fenómenos tal y como ocurren de manera natural. Del mismo modo la recolección de datos se realizó en un solo momento temporal, con el objetivo de identificar tendencias y características de uso en relación con el tema de investigación.

Población y muestra.

La población de interés se conformó por personas que usan productos para el cuidado capilar, de manera particular aquellos que se tiñen el cabello punto y seguido los participantes se seleccionaron mediante un

muestreo no probabilístico por conveniencia, que permitió incluir a individuos accesibles para el investigador y quienes de manera voluntaria estuvieron dispuestos para participar en el estudio punto y seguido el muestreo resultó pertinente dadas las condiciones de tiempo y acceso a la población.

Finalmente, la muestra se integró por 56 participantes, quienes respondieron el instrumento de recolección de datos de manera completa. Este tipo de muestreo no permite la generalización estadística de resultados a toda la población, pero sí ofrece información relevante que lleva a comprender el fenómeno de estudio y explorar patrones de comportamiento y percepción en el uso de tintes naturales.

Instrumento para recolección de datos.

Para llevar a cabo la obtención de la información se diseñó un cuestionario estructurado, realizado en función de los objetivos de la investigación. Este instrumento se desarrolló utilizando la escala de Guttman, escala acumulativa, que se caracteriza por ítems dicotómicos ofreciendo opciones de respuesta cerradas (por ejemplo, “sí-no”, “de acuerdo-en desacuerdo”). Esta escala permite establecer una secuencia lógica de enunciados relacionados con el grado de aceptación, conocimiento o uso, respecto a un tema, de manera que la respuesta afirmativa a un ítem de mayor complejidad implica la aceptación de las anteriores.

Los ítems del instrumento estuvieron encaminados a evaluar aspectos como: conocimiento de los efectos de los tintes químicos en el cabello, percepción del riesgo al usarlos, interés por alternativas naturales, experiencia previa con tintes naturales y la intención de sustituir los productos químicos por opciones menos dañinas para la salud capilar.

A los participantes, antes de responder las encuestas, se les informó del propósito general del estudio, el carácter académico de la investigación y la confidencialidad con la que se manejaría la información proporcionada. La participación fue de manera completamente voluntaria y no se solicitaron datos personales que facilitarían la identificación de los encuestados, con esto, garantizando el respeto a los principios éticos del estudio.

Análisis de datos.

Una vez obtenidos los datos a partir de las 56 encuestas contestadas, se organizaron y se sistematizaron por medio de las herramientas de procesamiento que dispone la plataforma de Google Forms, posteriormente se exportaron a hojas de cálculo para llevar a cabo un análisis más detallado. Debido al enfoque cuantitativo del presente estudio, se emplearon herramientas estadísticas descriptivas, como frecuencias y porcentajes, con el fin de identificar tendencias, grados de conocimiento y patrones de respuesta relacionados con el uso de tintes naturales sobre a los químicos.

Este procedimiento permitió obtener una visión general del comportamiento de la muestra y establecer relaciones entre el conocimiento de los riesgos inherentes a los tintes químicos y la apertura hacia alternativas naturales

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados que se obtuvieron a partir de la aplicación del instrumento de recolección de datos de la población estudiada.

Tabla 1.

Conocimiento sobre tintes naturales.

Ítem	Sí	%	No	%
He escuchado hablar de tintes naturales para el cabello	37	66.1%	19	33.9%
Sé de la existencia de tintes sin ingredientes químicos	28	50.0%	28	50.0%
Reconozco que los tintes naturales pueden ser más saludables	49	87.5%	7	12.5%

Nota. Elaboración propia

En datos mostrados el 66.1% de encuestados ha escuchado sobre tintes naturales, mientras que un 33.9% no tiene referencia sobre estos productos. Esto indica que, sí hay difusión moderada del tema, pero una tercera parte de la población no conoce estas alternativas.

Relacionado al conocimiento de existencia de tintes sin ingredientes químicos, los resultados señalan una distribución proporcionada: 50% de los encuestados los conoce y el otro 50% no. Esto evidencia que la información de productos sin químicos no está afianzada entre los consumidores.

No obstante, el nivel de percepción de beneficios es alto: 87.5% de los encuestados reconoce que los tintes naturales pueden ser más saludables, frente a un 12.5% que no lo considera así. Esto sugiere que, prevalece una percepción positiva que se asocia a lo “natural” como sinónimo de menor riesgo.

Tabla 2.

Interés y percepción relacionado con la reducción de químicos.

Ítem	Sí	%	No	%
Me interesa conocer más sobre tintes naturales	45	80.40%	11	19.60%
Es importante reducir químicos en productos capilares	53	94.60%	3	5.40%

Nota. Elaboración propia

El 80.4% de los participantes, mostro interés en conocer sobre tintes naturales, mostrando apertura hacia la información y probables cambios en los hábitos de consumo. El 19.6% no mostro interés.

Igualmente, 94.6% considera importante reducir el uso de químicos, frente el 5.4% que no lo percibe así. Esto revela una fuerte conciencia sobre los efectos adversos de los químicos en la salud capilar y una tendencia favorable hacia alternativas más seguras.

Tabla 3.

Disposición al uso de tintes naturales.

Ítem	Sí	%	No	%
Estoy dispuesto(a) a probar un tinte natural	45	80.40%	11	19.60%
Los tintes naturales son mejor alternativa para adolescentes	50	89.30%	6	10.70%
Recomendaría tintes naturales a familiares y amigos	52	92.90%	4	7.10%
Prefiero productos naturales, aunque sean más caros	48	85.70%	8	14.30%

Nota. Elaboración propia

Los resultados indican que el 80.4% estaría dispuesto a probar un tinte natural. Solo el 19.6% no. El 89.3% los considera mejor alternativa para adolescentes.

Un 92.9% los recomendaría, evidenciando aceptación social. Igualmente, el 85.7% prefiere productos naturales, aunque cuesten más, frente a un 14.3% prioriza el precio, indicando que la salud capilar prevalece para la mayoría.

Tabla 4.

Experiencia previa con tintes naturales.

Ítem	Sí	%	No	%
He usado tintes naturales alguna vez	9	16.10%	47	83.90%
Me he sentido satisfecho(a) con tintes naturales	15	26.80%	41	73.20%

Nota. Elaboración propia

Pese a la alta aceptación, solo el 16.1% ha usado tintes naturales alguna vez, frente a un 83.9% que no. Mostrando una baja participación de estos productos en el mercado o en las prácticas de cuidado capilar. Solo el 26.8% está satisfecho con los tintes naturales, frente al 73.2% que no. Posiblemente por altas expectativas estéticas, duración del color, la disponibilidad o desinformación.

Tabla 5.

Intención de cambio y uso futuro.

Ítem	Sí	%	No	%
Estoy dispuesto(a) a cambiar a tintes naturales	47	83.90%	9	16.10%
Estoy dispuesto(a) a pagar más por un tinte natural	38	67.90%	18	32.10%
Deben promoverse para todas las edades	51	91.10%	5	8.90%
Estoy comprometido(a) a usar solo tintes naturales en el futuro	35	62.50%	21	37.50%

Nota. Elaboración propia

El 83.9% de los encuestados está dispuesto a cambiar a tintes naturales, confirmando una tendencia positiva a la sustitución de productos químicos, aunque un 16% aún muestra resistencia.

En el aspecto económico, el 67.9% pagaría más por un tinte natural, mientras que el 32.1% no lo haría, indicando que el precio sigue siendo un factor influyente.

El 91.1% considera que estos productos deben promoverse en todas las edades. Sin embargo, solo el 62.5% se comprometería a usarlos exclusivamente en el futuro, frente al 37.5% que no asumiría ese compromiso. Esto sugiere que la decisión dependerá de la eficacia y confianza en estos productos.

La investigación muestra una fuerte tendencia positiva hacia los tintes naturales. Aunque el conocimiento es moderado (50%), la percepción del beneficio es alta (87.5%). Existe gran preocupación por reducir químicos (94.6%) y un interés informativo alto (80.4%), lo que abre oportunidades educativas.

La aceptación es elevada: 80.4% los probaría, 92.9% los recomendaría y 85.7% estaría dispuesto a pagar más, priorizando la salud capilar sobre el precio. No obstante, solo 16.1% los ha usado, lo cual evidencia una brecha entre intención y práctica. Aunque 62.5% se comprometería a usarlos en el futuro, su consolidación dependerá de eficacia, calidad, accesibilidad e información confiable.

CONCLUSIONES

Esta investigación permitió analizar, desde una mirada cuantitativa, la percepción, el grado de conocimiento y la disposición de los encuestados referentes al uso de tintes naturales como alternativa a los tintes convencionales. Los resultados mostrados considerando las 56 encuestas aplicadas, evidencian una tendencia general positiva hacia estos productos, así como una progresiva conciencia sobre los posibles efectos negativos de los químicos en la salud capilar.

Primeramente, se identificó que, aunque se conoce sobre la existencia de tintes sin químicos no es total (50%), si hay una percepción favorable hacia los productos naturales, pues un 87.5% de los encuestados considera que pueden ser mas saludables. Se sugiere que la idea de lo “natural” se asocia firmemente con bienestar y seguridad, aun cuando la información técnica no está completamente consolidada. También, el hecho de que el 66.1% haya escuchado hablar de tintes naturales, muestra que el tema esta presente en el entorno social, aunque un sector importante de la población necesita más información.

Destaca la alta conciencia sobre la necesidad de reducir el uso de químicos en productos para el cabello, manifestada por el 94.6% de los encuestados. Esta cifra indica una sensibilidad significativa frente al cuidado de la salud capilar y una inquietud por prevenir danos relacionados al uso de tintes convencionales. Además, el 80.4% manifestó interés en conocer más información sobre tintes naturales, se confirma que existe una apertura hacia el aprendizaje y cambio de comportamiento del consumidor.

En lo referente a la disposición al uso de estas alternativas, se muestra una amplia aceptación. Mas del 80% probaría un tinte natural, el 92% lo recomendaría a familiares y amigos, y el 85.7% elije productos naturales incluso si son más caros. Estos datos muestran que la salud capilar y la consideración de seguridad pesarían más decidir que el factor económico en la mayoría de los participantes. Igualmente, el 89.3% considera que los tintes naturales son una mejor alternativa de uso en adolescentes, por lo que se refuerza la percepción de que son menos agresivos.

Sin embargo, la investigación también hace evidente una brecha relevante entre la actitud positiva y la experiencia real. Solo el 16.1% ha usado tintes naturales, esto muestra que existe una baja interacción con estos productos. Lo anterior puede deberse a factores como desconocimiento, disponibilidad limitada, poca difusión comercial o interrogantes sobre su efectividad. Pese a esto, el 83.9% tendría la intención de cambiar a tintes naturales, lo que es un potencial indicador de crecimiento en el uso de estas alternativas.

En último término, a pesar de que el 62.5% afirma que se comprometería al uso exclusivo de tintes naturales en el futuro, existe un grupo considerable que no se muestra comprometido totalmente, lo que representa que el posicionamiento de estos productos dependerá de los resultados visibles, su calidad y lo accesible que sean.

En resumen, los hallazgos reflejan una población que acepta la idea, fuerte conciencia sobre los riesgos en el uso de químicos y una destacada disposición al cambio, pero con experiencia limitada. Esto significa una oportunidad para afianzar la educación, la promoción y el desarrollo de tintes naturales, alentando decisiones mas informadas de consumo y que se orienten al cuidado integral de la salud del cabello.

BIBLIOGRAFÍA

- Arogya Earth. (s.f.). Henna: Historia, origen y aplicación. Arogya Earth. <https://arogyaeearth.com/henna-historia-origen-aplicacion>
- Al-Saidi, M., Al-Jabri, S., & Al-Harrasi, A. (2020). Natural oils in hair care: A review of coconut and argan oil applications. *Journal of Cosmetic Science*, 71(4), 215–228.
- Bulia, F. (2026, enero 15). Henna africana: historia, uso cosmético y aplicaciones modernas. Productos de África. <https://productosafrika.com/henna-africana-historia-uso-cosmetico>
- Grogan, S. (2016). *Body image: Understanding body dissatisfaction in men, women and children* (3rd ed.). Routledge.
- Jones, A. L., & Kramer, R. S. S. (2016). Facial cosmetics and perceptions of attractiveness, health, and competence in women. *Psychological Bulletin*, 142(3), 301–316. <https://doi.org/10.1037/bul0000034>
- Kaur, P., & Saini, R. (2021). Plant-based hair dyes: An eco-friendly alternative to synthetic coloring agents. *International Journal of Cosmetic Science*, 43(2), 123–134. <https://doi.org/10.1111/ics.12678>
- Naciones Unidas. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(4), 189–200. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>
- National Cancer Institute. (2022). Hair dyes and cancer risk. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/myths/hair-dyes>
- Pérez Cortés, A. (2025, enero 12). *Coloración vegetal: la tendencia que transforma el cuidado capilar*. ABC Noticias. <https://www.abcnoticias.mx/estilo-de-vida/coloracion-vegetal-tendencia>

(abcnoticias.mx in Bing)

Picos, I. (2018). Impacto ambiental de los productos cosméticos. *Revista de Ciencias Ambientales*, 32(2), 45–58.

Rodrigues, M. N. (2023). Sustainability in cosmetics: Sources of information and their impact on attitudes

and behaviours among generation Z [Master's thesis, Instituto Universitário de Lisboa].

Repositório

Iscte. https://repositorio.iscteul.pt/bitstream/10071/27197/1/master_margarida_nunes_rodrigues.pdf

Sahota, A. (2019). Sustainability in the cosmetic industry. In A. Sahota (Ed.), *Sustainability: How the cosmetics industry is greening up* (pp. 1–20). Wiley.

Smith, J., Pico, I., & colaboradores. (2020). Los productos de belleza y su impacto sobre el bienestar personal. PsicoPico. <https://psicopico.com/los-productos-de-belleza-y-su-impacto-sobre-el-bienestar-personal>

Wilson, D., & Patel, R. (2022). Perceived harm and safer hair product purchasing behaviors in adults: A

cross-sectional analysis. *International Journal of Cosmetic Science*, 44(2), 112–121.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38063560/>

VARIABILIDAD ESPACIAL DE ALGUNAS PROPIEDADES DE UN SUELO FLUVISOL Y SU RELACIÓN CON EL RENDIMIENTO DE GRANO DE ARROZ

SPATIAL VARIABILITY OF SOME PROPERTIES OF A FLUVISOL AND THEIR RELATIONSHIP WITH RICE GRAIN YIELD

AUTORES:

*Sergio Salgado Velázquez¹, Fabiola Olvera Rincón², Dante Sumano López³, Pablo Ulises Hernández Lara⁴ Samuel
Córdova Sánchez⁵*

RESUMEN

El análisis espacial de las propiedades del suelo constituye una herramienta imperante para avanzar hacia la agricultura de precisión, dado que permite ajustar las prácticas de manejo según las características específicas de cada sitio y, con ello, optimizar el uso de insumos y aumentar la productividad del arroz. Para este propósito, se estableció una malla regular con 30 puntos de muestreo a una profundidad de 0 a 20 cm, en los cuales se evaluaron la resistencia a la penetración del suelo (SPR), el pH, la conductividad eléctrica (CE) y el rendimiento de grano. El procesamiento de la información se llevó a cabo mediante estadística descriptiva tradicional y análisis geoestadístico, empleando el método de interpolación por kriging ordinario en un entorno SIG con R, con el fin de identificar patrones de variabilidad espacial. Los resultados indicaron que los modelos esférico, gaussiano y exponencial ofrecieron los mejores ajustes a las variables analizadas. A través del kriging ordinario fue posible delimitar las zonas de mayor variación en las propiedades del suelo y el rendimiento de grano, así como reconocer la dirección predominante de esa variabilidad en función de la distancia. La elaboración de estos mapas facilitó la generación de recomendaciones de manejo diferenciado, entre ellas la aplicación de azufre elemental, compostas y prácticas dirigidas a mejorar la estructura del suelo, de acuerdo con las necesidades de cada zona de manejo.

PALABRAS CLAVE: Variabilidad espacial, geoestadística, rendimiento, kriging, arroz.

ABSTRACT

The spatial analysis of soil properties is a key tool for advancing toward precision agriculture, as it allows management practices to be adjusted according to the specific characteristics of each site, thereby

¹ Sergio Salgado Velázquez. Profesor investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco, México. Salgado.sergio@inifap.gob.mx

² Fabiola Olvera Rincón. Estudiante de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Cardenas, Tabasco, Mexico. Olvera.rincon@colpos.mx

³ Dante Sumano López. Profesor investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco, México. Sumano.dante@inifap.gob.mx

⁴ Pablo Ulises Hernández Lara. Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Huimanguillo. Huimanguillo, Tabasco, México. Hernandez.ulises@inifap.gob.mx

⁵ Samuel Córdova Sánchez. Profesor Investigador. Universidad Popular de la Chontalpa (UPCH). Cardenas, Tasbco, Mexico. Sacorsa_1976@hotmail.com

optimizing input use and increasing rice productivity. For this purpose, a regular grid with 30 sampling points at a depth of 0 to 20 cm was established, where soil penetration resistance (SPR), pH, electrical conductivity (EC), and grain yield were evaluated. Data processing was carried out using traditional descriptive statistics and geostatistical analysis, applying the ordinary kriging interpolation method in a GIS environment with R to identify patterns of spatial variability. The results indicated that the spherical, Gaussian, and exponential models provided the best fit for the analyzed variables. Through ordinary kriging, it was possible to delineate the areas with the greatest variation in soil properties and grain yield, as well as to identify the predominant direction of this variability as a function of distance. The development of these maps facilitated the generation of differentiated management recommendations, including the application of elemental sulfur, compost, and practices aimed at improving soil structure according to the needs of each management zone.

INTRODUCCIÓN:

El arroz es considerado uno de los cultivos más importantes en la alimentación de los mexicanos, solo por detrás del maíz, el frijol y el trigo. Entre 2010 y 2020, el consumo per cápita en México aumentó de 9.4 kg a 11 kg, lo que evidencia la creciente necesidad de este grano y su importancia en la dieta de la población (Tello y Corral, 2023). La producción nacional en el año 2023 fue de 36, 877 hectáreas cosechadas, con una producción de 252, 099 toneladas y un rendimiento promedio de 6 t ha⁻¹ (SIAP, 2023). La producción de arroz se está convirtiendo en una prioridad para el gobierno mexicano, el cual está concentrando sus actividades de fomento en transitar hacia una mayor productividad, por medio de programas sociales como “Cosechando soberanía”, “Fertilizantes para el bienestar” y “Precios de garantía” que en coyuntura están aumentando las superficies cultivables de arroz. El plan del gobierno se centra en las siguientes actividades: desarrollo de nuevas variedades genéticas (más productivas y resistentes) a cargo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), tecnificación de las áreas de cultivo, expansión de la infraestructura de riego, incentivos a los trabajadores agrícolas, provisión controlada de pesticidas y fertilizantes, y expansión planificada de la superficie de siembra (Agricultura, 2024). Actualmente, el manejo de la fertilidad se realiza de forma tradicional donde se recomiendan dosis de fertilizantes generalizadas y sin tener en cuenta la variabilidad espacial de los suelos arroceros.

MARCO TEÓRICO:

La agricultura de precisión se sustenta en la identificación y análisis de la variabilidad espacial de las propiedades del suelo y su relación directa con la productividad agrícola. Este enfoque resulta indispensable para avanzar hacia sistemas de producción más eficientes y sostenibles (Sánchez-Jiménez *et al.*, 2024; Salgado-Velázquez *et al.*, 2021), dado que las diferencias espaciales en los atributos edáficos influyen de

manera significativa en el rendimiento de los cultivos (Salgado-García *et al.*, 2021). Contar con un conocimiento detallado de las características del suelo es clave para mejorar las prácticas de manejo agrícola, ya que la distribución espacial de sus propiedades fisicoquímicas constituye un recurso estratégico en la planificación de una agricultura sostenible (Salgado-Velázquez *et al.*, 2020). De esta manera, es posible reducir costos, esfuerzo y tiempo en los procesos de producción, al tiempo que se promueve una gestión más eficiente de los recursos. La recopilación de información espacial precisa y continua es esencial para la toma de decisiones fundamentadas, aunque su obtención suele ser limitada y costosa. En este contexto, la geoestadística se convierte en una herramienta fundamental, al permitir representar espacialmente los análisis del suelo y resaltar las variaciones existentes entre distintas zonas de estudio (Khan *et al.*, 2021). El acceso a datos científicos confiables sobre los suelos posibilita el desarrollo de prácticas de manejo efectivas que contribuyan a sostener la productividad agrícola sin comprometer la calidad ambiental. De manera particular, el manejo específico por sitio de propiedades como pH, conductividad eléctrica (CE) y la disponibilidad de nutrientes esenciales (N, P, K) permite incrementar la eficiencia en el uso de insumos (Olvera-Rincón *et al.*, 2024; Tiruneh *et al.*, 2021), mejorar la rentabilidad de los cultivos y mitigar riesgos ambientales (Khan *et al.*, 2021). En los últimos años, la geoestadística ha sido ampliamente utilizada para estimar la variabilidad espacial de las propiedades edáficas (Tano *et al.*, 2020; Barman *et al.*, 2021; Han *et al.*, 2022; Wijayanto *et al.*, 2024), siendo kriging, regresión kriging y kriging simple las técnicas más empleadas en modelos de predicción. Estudios comparativos han demostrado que la regresión kriging ofrece mayor precisión que el kriging ordinario para interpolar propiedades del suelo en paisajes heterogéneos (Workneh *et al.*, 2024), aunque ambos métodos, junto con IDW, siguen siendo los más utilizados en la predicción edáfica (Raheem *et al.*, 2023). Para optimizar el muestreo y evitar un uso intensivo de recursos humanos, es fundamental definir de manera eficiente la densidad y localización de los puntos de muestreo, recomendándose fuertemente la aplicación de técnicas de interpolación adecuadas (López-Castañeda *et al.*, 2022).

OBJETIVOS: Determinar la variabilidad espacial de algunas propiedades de un suelo Fluvisol y el rendimiento de grano de arroz de temporal en condiciones tropicales de Tabasco, México; con fines de mejorar la gestión de los insumos aplicados.

METODOLOGÍA

Zona de estudio

El estudio se desarrolló en un suelo Fluvisol eútrico con un historial de 20 años de uso en el cultivo de arroz, localizado en los campos experimentales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. La región presenta una precipitación media

anual de 2356 mm, con una temporada de estiaje entre febrero y mayo que concentra apenas 276 mm de lluvia, mientras que la temperatura mínima promedio se mantiene por encima de los 20 °C. El ciclo de cultivo evaluado correspondió a temporal, establecido el 15 de junio de 2024 (Salgado-Velázquez, 2024).

Método de muestreo de suelos

En cuanto al muestreo, el área experimental abarcó 2150 m², donde se diseñó una cuadrícula equidistante de 8 m sobre la imagen satelital del sitio (Salgado-Velázquez *et al.*, 2021), lo que permitió definir 30 nodos como puntos de muestreo y trazar el polígono correspondiente a las parcelas arroceras. Esta delimitación se realizó mediante el sistema de información geográfica ArcMap v.9.3 y posteriormente se cargaron los puntos de muestreo y polígonos a un GPS Garmin Map 65 para su ubicación en campo.

Procesamiento de muestras

Las muestras se extendieron sobre una charola y se desmenuzaron los terrones, para facilitar el proceso de secado, el cual se hizo a la sombra y con aireación. Posteriormente se realizó el tamizado de las muestras a 2 mm en el laboratorio, y se colocó nuevamente en su bolsa para la realización de los análisis de algunas propiedades del suelo.

Variables de estudio

Las variables determinadas en laboratorio fueron: potencial hidrogeno (pH), en agua relación 1:2 y la conductividad eléctrica (CE, mS cm⁻¹); con los métodos descritos en la norma oficial mexicana NOM-021-RECNAT (2001).

Resistencia a la penetración del suelo (SPR, kg/cm²). Se determinó sobre la superficie del suelo en cada punto donde se colectaron las muestras de suelos. La medición se realizó con un penetrómetro de bolsillo y se tomaron tres medidas para obtener un valor medio.

Rendimiento de arroz (kg/ha). Se realizó un muestreo en una grilla irregular de 45 puntos. El muestreo consistió en cosechar el arroz de forma manual, cortando un m² de plantas de arroz con el apoyo de una hoz, se depositaron los tallos en una carretilla y posteriormente se desgranaron. Se determinó el rendimiento de grano, pesando con una balanza analítica los gramos de granos obtenidos en el m² y se ajustó el peso a una humedad del 14%.

Análisis estadístico

Para las propiedades del suelo, se realizó el análisis de la variabilidad de acuerdo con la estadística clásica, y se determinaron las medidas de tendencia central y dispersión.

Análisis geoestadístico

Se realizó el análisis con el enfoque de la geoestadística, para lo cual se calcularon los valores de semivarianza experimental para cada variable de estudio, utilizando las librerías terra, gsat, raster y ggplot del programa estadístico R studio V. 3.4.

Validación cruzada

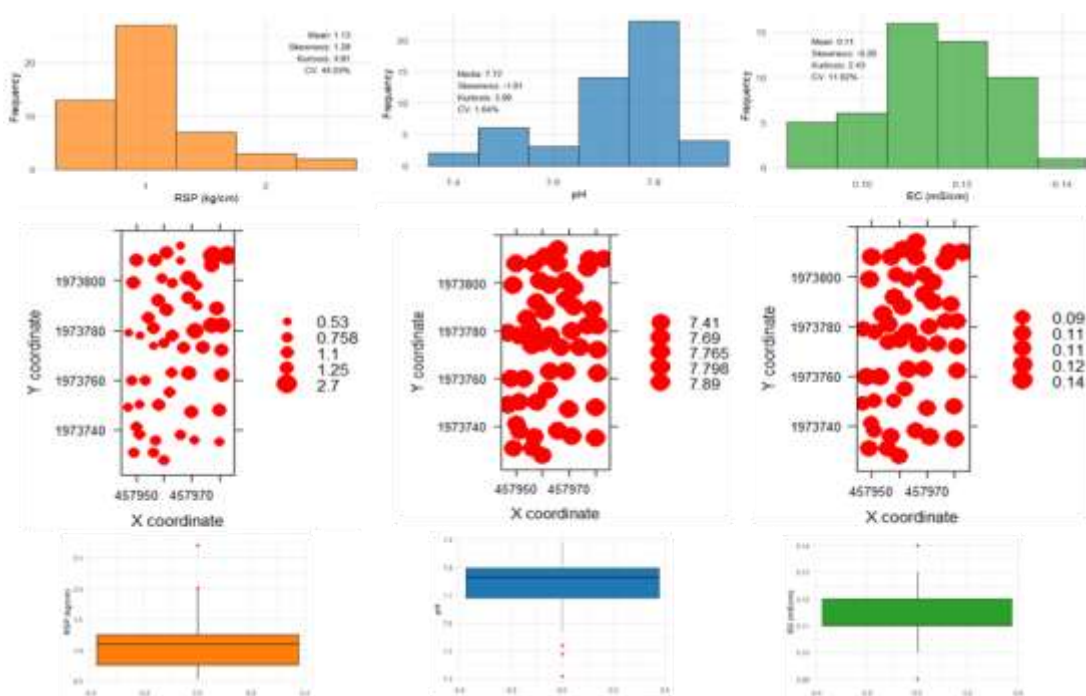
Los valores estimados mediante kriging ordinario se compararon con los valores observados en los 30 puntos de muestreo en el área de estudio. Posteriormente, se utilizaron diferentes índices, como el criterio de pérdida de información de Akaike (AIC) y el error cuadrático medio (RMSE) entre las variables observadas y predichas en la validación cruzada, para evaluar el desempeño de la interpolación por kriging (Naranjo *et al.*, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el caso del pH y de la CE, el coeficiente de variación <20% se considera adecuado para estudios de campo. Los rangos intercuartílicos (1st Q a 3rd Q) revelan una dispersión moderada para el pH y la EC, pero una heterogeneidad considerable en SPR y rendimiento de grano (Figura 1). Los altos coeficientes de variación observados en algunas variables se deben al manejo irregular al que ha estado sometido la parcela experimental en los últimos años.

Figura 1

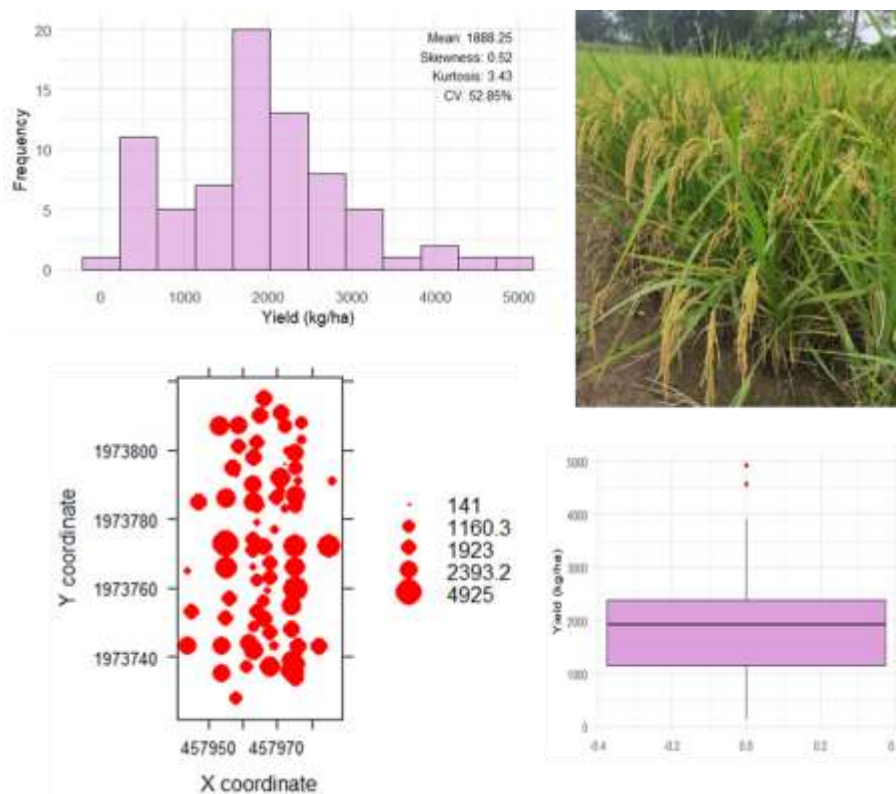
Histogramas de frecuencias para RSP (a), pH (b) y CE (c). Gráficos de burbujas de RSP (d), pH (e) y CE (f). Boxplots de SPR (g), pH (h) y CE (i).



La mayoría de las propiedades muestreadas presentaron una distribución donde las medias y las medianas eran similares, revelando así distribuciones que eran solo ligeramente asimétricas a excepción del rendimiento de grano. En todas las propiedades estudiadas la kurtosis fue mayor a 2 mostrando un sesgo hacia la derecha (Figuras 1 y 2). Con respecto al Skewness solamente la CE y el rendimiento de grano, se encontraron valores muy cercanos a cero. Esto refleja un claro comportamiento asimétrico de las distribuciones de los datos, razón por la cual se pensaría que las distribuciones no se ajustarían a la normal. Para corroborar lo anterior se realizaron las pruebas de bondad de ajuste de Shapiro-Wilk (Jangir *et al.*, 2023). De las pruebas solamente coincidió que la EC y el rendimiento de grano, se ajustaron a una distribución normal.

Figura 2

Estadísticas descriptivas para el rendimiento de grano de arroz.



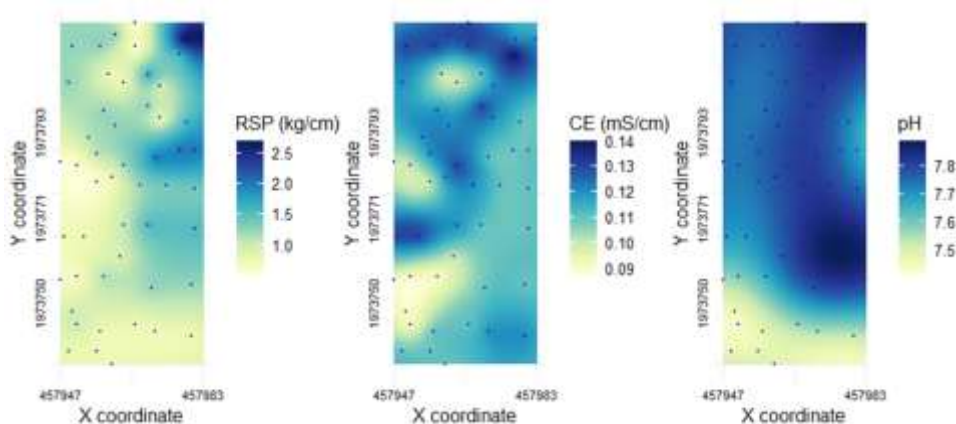
Análisis geoestadístico de las propiedades del suelo y el rendimiento de grano de arroz

Las propiedades del suelo del pH, CE (mS/cm) y SPR (kg/cm²); así como el rendimiento de grano (kg/ha) se sometieron a un análisis de geoestadística y fueron interpolados en una cuadrícula de 0.5 m por kriging ordinario usando la librería gstat de R (Khan *et al.*, 2022). Para todas las propiedades, los variogramas se ajustaron considerando la distribución como isotrópica. Antes del kriging, se seleccionaron los variogramas

mejor ajustados basándose en el error cuadrático medio (RMSE) y los criterios de Akaike (AIC) usando VESPER 1.6 (Minasny *et al.*, 1999).

Figura 3

Mapas de predicciones kriging de las propiedades de suelo de resistencia a la penetración (RSP), conductividad eléctrica (CE) y potencial hidrogeno (pH).

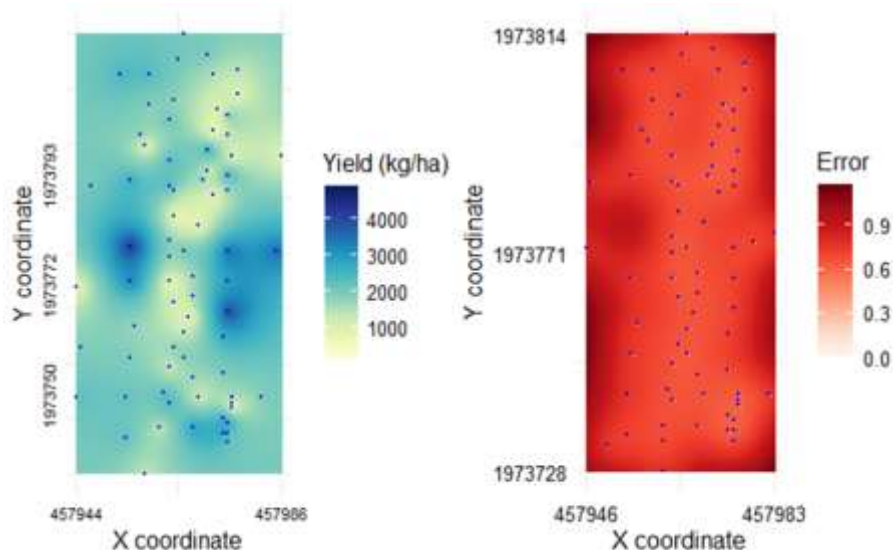


Se puede observar que el mejor modelo ajustado, describen las mismas variaciones espaciales, evidenciando que la parte hacia el norte y al noreste se encuentran los valores más altos en el rango de 2 a 3 kg/cm² de SPR (Figura 3). Los valores más bajos están hacia el sur y el suroeste y, con una parte intermedia en el centro de la parcela. La conductividad eléctrica (EC) del suelo mide la concentración de sales solubles. La salinidad del suelo es uno de los principales factores de estrés abiótico responsables de la baja productividad de cultivos (Zhao *et al.*, 2021). En la zona de estudio se encontraron valores menores a 2 mS/cm considerados como un suelo sin problemas de salinidad. Aunque esto es generalmente favorable para el arroz, en este caso sugiere una posible deficiencia de nutrientes disponibles en solución, especialmente micronutrientes esenciales que requieren cierta concentración de sales para estar disponibles para las plantas y también se ha asociado bajos valores de EC a texturas con bajos contenidos de arcilla en el suelo (Saffan *et al.*, 2024). El pH del suelo es una de las propiedades más importantes, ya que controla en gran medida la disponibilidad de nutrientes. Este parámetro indica la actividad de los iones de hidrógeno (H⁺) e hidroxilo (OH⁻) en la solución del suelo (Yadav *et al.*, 2022). De acuerdo con la Figura 3, el pH osciló de 7.4 a 7.9, considerados como un suelo alcalino, y con un patrón espacial de valores bajos en la parte sur- suroeste-sureste; y los más altos hacía el norte, lo cual coincide con la distribución espacial de la EC y la SPR. El uso de agua de riego con alto contenido de bicarbonatos (HCO₃⁻) y carbonatos (CO₃²⁻) como las de Tabasco (Jerez-Ramírez *et al.*, 2023) puede contribuir al aumento del pH del suelo, especialmente en suelos con baja capacidad tampón (<2 ms/cm CE). Este tipo de agua, al interactuar con el suelo, puede provocar la precipitación de carbonato de calcio (CaCO₃) y la acumulación de sodio intercambiable, reduciendo la

disponibilidad de ciertos micronutrientes esenciales como el hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn). Esto genera condiciones desfavorables para el desarrollo óptimo de las plantas, manifestándose como clorosis debido a la deficiencia de Fe o Zn, micronutrientes cuya solubilidad disminuye en pH elevados (Guo *et al.*, 2024).

Figura 4

Mapas de predicciones kriging del rendimiento de grano (Yield, kg/ha) y errores de predicción.



Con la Figura 94 se logra deducir que existe una relación espacial con los parámetros de SPR, EC y pH (Figuras 6,7 y 8), es decir, que la parte norte de la parcela presento los valores más bajos para el rendimiento de grano y es donde se obtienen los valores más altos para RSP, pH y EC, generados por la interpolación de kriging ordinario. Todos los modelos coincidieron con las mismas tendencias espaciales del rendimiento de grano. Los valores de rendimiento de grano obtenidos en el intervalo de 0.1 a 4.9 ton/ha se consideran bajos si se comparan con la media nacional de 6.8 ton/ha (SIAP, 2023). Como se ha discutido, el pH elevado y la baja EC del suelo aunado a la alta compactación del suelo (SPR), son las principales limitantes en la producción del grano de arroz. En este sentido, las fuentes usadas de fertilizantes no son las óptimas para estas condiciones y es necesario utilizar las recomendaciones generadas en base a los mapas de interpolación de kriging de cada propiedad del suelo. El rendimiento de grano mostro errores más altos hacia las periferias del terreno (efecto borde), no obstante, las predicciones son útiles para evaluar prácticas agrícolas y optimizar el uso de insumos. Esto puede ser particularmente relevante para planificar la fertilización y realzar enmiendas agrícolas en función de la productividad esperada (Barman *et al.*, 2021).

CONCLUSIONES

La combinación de análisis estadístico con técnicas de visualización espacial representa una herramienta clave para detectar la variabilidad crítica de las propiedades del suelo que influyen directamente en la producción agrícola. Este enfoque facilita la toma de decisiones informadas orientadas a optimizar el manejo de los cultivos y a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.

Mediante el empleo del método de interpolación por kriging ordinario se logró identificar la variabilidad espacial de las propiedades edáficas y del rendimiento de grano dentro de la parcela, así como la dirección predominante de dicha variación en función de la distancia. Los mapas generados permitieron establecer recomendaciones de manejo agronómico diferenciadas para cada zona de producción.

En cuanto al análisis geoestadístico, los variogramas ajustaron adecuadamente a los modelos esférico, gaussiano y exponencial para pH, conductividad eléctrica (CE), resistencia a la penetración (RSP) y rendimiento de grano, respectivamente. Se determinó una fuerte dependencia espacial en pH y rendimiento de grano, mientras que para CE y RSP esta fue de carácter moderado. Los valores de error de predicción, expresados como varianza, resultaron ser muy bajos, lo que confirma la robustez del modelo aplicado.

BIBLIOGRAFÍA

AbdelRahman, M. A., Zakarya, Y. M., Metwaly, M. M., and Koubouris, G. 2020. Deciphering soil spatial variability through geostatistics and interpolation techniques. *Sustainability* 13(1): 194. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13010194>

Adesoyin, A. E., MacCarthy, D. S., and Adiku, G. S. K. 2023. Interactive effects of soil compaction, biochar application, and soil water regime on the growth, yield, and water use efficiency of upland rice. *Scientific African*, 21, e01784. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01784>

Agricultura. 2024. Mecánica operativa para el otorgamiento de incentivos para grano y semilla certificada de arroz palay (grueso y delgado). <https://www.gob.mx/segalmex/documentos/mecanica-operativa-para-el-otorgamiento-de-incentivos-para-grano-y-semilla-certificada-de-arroz-palay-grueso-y-delgado?idiom=es>

Appel-Neto, E., Seidel Junior, E., and Oliveira, M. S. D. 2020. Geostatistical-based index for spatial variability in soil properties. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 44, e0200086. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20200086>

- Barman, A., Sheoran, P., Yadav, R. K., Abhishek, R., Sharma, R., Prajapat, K., and Kumar, S. 2021. Soil spatial variability characterization: Delineating index-based management zones in salt-affected agroecosystem of India. *Journal of Environmental Management*, 296: 113243. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113243>
- Buladaco II, M. S., Tandugon, H. M. F., Bunquin, M. A. B., Sanchez, P. B., Bugia, S. A. C., Yales, N. A. P., and Casacop, S. M. 2024. Mapping and Assessment of Within-Field Spatial Variability of Soil pH, Electrical Conductivity, and Particle Size Distribution to Delineate Management Zones. *Ecological Engineering & Environmental Technology (EEET)* 25(10). DOI: <https://doi.org/10.12912/27197050/191244>
- Carlos, F. S., Kunde, R. J., De Sousa, R. O., Weinert, C., da Rosa Ulguim, A., Viero, F., .and de Oliveira Camargo, F. A. 2022. Urease inhibitor reduces ammonia volatilization and increases rice grain yield under irrigation delay. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 122(3): 313-324. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-022-10203-7>
- Da Silva Alves, J., Menguer, P. K., Lima-Melo, Y., Fiorentini, V. H. R., Ponte, L. R., Olsson, R. V., and Ricachenevsky, F. K. 2024. Aluminum alleviates iron deficiency chlorosis by interfering with phosphorus homeostasis in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Physiology and Biochemistry* 109427. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.109427>
- Da Silva Carneiro, J. S., da Costa Leite, R., Ferreira Junior, J. M., Gomes de Faria, Á. J., Godinho Silva, S. H., Clementino dos Santos, A., and Ribeiro da Silva, R. 2022. Diagnosis of the Spatial Variability of Soil Nutrients and Economics of Precision Management in Degraded Pastures. *Grasses* 1(1): 30-43. DOI: <https://doi.org/10.3390/grasses1010003>
- De los Santos Ruiz, C., Bucio-Galindo, A., Lopez, D. J. P., Sánchez, S. C., and Velazquez, S. S. 2022. Optimization of the composting process of sugarcane filter-pressed mud in the Santa Rosalia sugar mill, Tabasco, Mexico. *Agro Productividad*. DOI: <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i10.1991>

- Díaz-Franco, A., Espinosa Ramírez, M., and Ortiz Cháirez, F. E. 2018. Corrección de la clorosis férrica con quelato EDDHA en cultivos sembrados en suelo alcalino y calcáreo. *Terra Latinoamericana* 36(1): 23-30.
- Ghorbani, M., Neugschwandtner, R. W., Konvalina, P., Asadi, H., Kopecký, M., & Amirahmadi, E. 2023. Comparative effects of biochar and compost applications on water holding capacity and crop yield of rice under evaporation stress: A two-years field study. *Paddy and Water Environment* 21(1): 47-58. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10333-022-00912-8>
- Guo, B. X., Zhou, J., Zhan, L. Q., Wang, Z. Y., Wu, W., and Liu, H. B. 2024. Spatial and temporal variability of soil ph, organic matter and available nutrients (N, P and K) in Southwestern China. *Agronomy* 14(8): 1796. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14081796>
- Han, Y., Yi, D., Ye, Y., Guo, X., and Liu, S. 2022. Response of spatiotemporal variability in soil pH and associated influencing factors to land use change in a red soil hilly region in southern China. *Catena* 212: 106074. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106074>
- Hou, L., Liu, Z., Zhao, J., Ma, P., and Xu, X. 2021. Comprehensive assessment of fertilization, spatial variability of soil chemical properties, and relationships among nutrients, apple yield and orchard age: A case study in Luochuan County, China. *Ecological indicators* 122: 107285. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107285>
- Jangir, C. K., Sangwan, P. S., Panghaal, D., Kumar, S., Meena, R. S., Bharti, ... & Singh, N. 2024. Spatial variability and statistical analysis of soil properties in the rice wheat-based systems of North-West India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 55(8): 1205-1223. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2023.2296989>
- Jerez-Ramírez, N. A., Arriaga-Weiss, S. L., Ruiz-Campos, G., Gama-Campillo, L. M., Salcedo-Mesa, M. Á., Villanueva-García, C., ... & Valdez-Leal, J. D. D. 2023. Composition and spatiotemporal diversity of the aquatic bird community in Laguna de las Ilusiones, Tabasco, México. *Ciencias marinas* 49.

- Jiménez-Chong, J. A., López-López, R., y Esqueda-Esquivel, V. 2017. Guía para producir arroz en el estado de Tabasco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Folleto Técnico Numero 82. ISBN: 978-607-37-0454-0. 72 p.
- Jolliffe, I. T. 2002. Principal Component Analysis, 2nd ed. Springer-Verlag, New York, NY.
- Kar, G., Patra, P. K., and Singh, A. K. 2023. Spatial variability of soil organic carbon, pH and electrical conductivity and its influencing factors in a watershed of Coastal Region of Odisha, India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 54(14): 2031-2044. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2023.2211114>
- Khan, M. Z., Islam, M. R., Salam, A. B. A., and Ray, T. 2021. Spatial variability and geostatistical analysis of soil properties in the diversified cropping regions of Bangladesh using geographic information system techniques. *Applied and Environmental Soil Science* 2021(1): 6639180. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6639180>
- Kumar, V. 2024. Estimation of Spatial Variability of Soil Profile Using Hydraulic Operated Real Time Dual Sensor Based Integrated System. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, 1-15.
- Kunakh, O., Zhukova, Y., Yakovenko, V., AND Daniuk, O. 2022. Influence of plants on the spatial variability of soil penetration resistance. *Ekológia (Bratislava)* 41(2): 113-125. DOI: <https://doi.org/10.2478/eko-2022-0012>
- López-Castañeda, A., Zavala-Cruz, J., Palma-López, D. J., Rincón-Ramírez, J. A., and Bautista, F. 2022. Digital mapping of soil profile properties for precision agriculture in developing countries. *Agronomy* 12(2): 353. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12020353>
- Naranjo, S., Rodrigues Jr, F. A., Cadisch, G., Lopez-Ridaura, S., Fuentes Ponce, M., & Marohn, C. 2021. Effects of spatial resolution of terrain models on modelled discharge and soil loss in Oaxaca, Mexico. *Hydrology and Earth System Sciences* 25(10): 5561-5588. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-25-5561-2021>

- Olvera-Rincón, F., Salgado-Velázquez, S., Córdova-Sánchez, S., Pal-ma-López, D. J., López-Castañeda, A., and Castañeda-Ceja, R. 2024. Defoliación del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la Chontalpa, Tabasco, México. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1). DOI: <https://doi.org/10.15517/am.2024.53608>
- Omar, M. D. M., Massawe, B. H., Shitindi, M. J., Pedersen, O., Meliyo, J. L., and Fue, K. G. 2024. Assessment of salt-affected soil in selected rice irrigation schemes in Tanzania: understanding salt types for optimizing management approaches. *Frontiers in Soil Science* 4:1372838. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsoil.2024.1372838>
- Raheem, A. M., Naser, I. J., Ibrahim, M. O., and Omar, N. Q. 2023. Inverse distance weighted (IDW) and kriging approaches integrated with linear single and multi-regression models to assess particular physico-consolidation soil properties for Kirkuk city. *Modeling earth Systems and environment* 9(4): 3999-4021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40808-023-01730-5>
- Ramírez, A. F. V., Ramírez, I. M., and Arroyave, A. F. 2022. Relación entre el pH y las mediciones de conductividad eléctrica en un suelo cultivable ubicado en Medellín, Colombia. *Ingenierías USBMed* 13(2): 56-62.
- Ramos, P. C. M., Estrada-Andrade, L. F., Alor-Chávez, M. D. J., Méndez-Olán, C., and Morales-Bautista, C. M. 2022. Condiciones de fertilidad de un suelo en Comalcalco, Tabasco, México. *Journal of Basic Sciences* 8(23): 85-95.
- Saffan, M. M., El-Henawy, A. S., Agezo, N. A., and Elmahdy, S. 2024. Effect of irrigation water quality on chemical and physical properties of soils. *Egyptian Journal of Soil Science* 64(4). DOI: <https://doi.org/10.21608/ejss.2024.295064.1784>
- Saleem, A., Zulfiqar, A., Ali, B., Naseeb, M. A., Almasaudi, A. S., and Harakeh, S. 2022. Iron sulfate (FeSO_4) improved physiological attributes and antioxidant capacity by reducing oxidative stress of *Oryza sativa* L. cultivars in alkaline soil. *Sustainability* 14(24): 16845. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142416845>

- Salgado-García, S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Lagunes-Espinoza, L. D. C., Córdova-Sánchez, S., Castelán-Estrada, M., and Salgado-Velázquez, S. 2023. Fertilización y nutrición sustentable de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en Tabasco, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 10(1). DOI: <https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3082>
- Salgado-García, S., Salgado-Velázquez, S., Palma-López, D. J., Zavala-Cruz, J., Córdova-Sánchez, S., Rincón-Ramírez, J. A., and Hernández-Nataren, E. 2021. Soil fertility classification for sugarcane in supply areas of a sugar mill. *Agro Productividad*: 14(10). DOI: <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i10.1703>
- Salgado-Velázquez, S., Acopa Colorado, J., Salgado García, S., Córdova Sánchez, S., Palma López, D., Rincón Ramírez, J. A., and López Castañeda, A. 2021. Spatial variability of some chemical properties of a Cambisol soil with cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivation. *Agro Productividad* 14(1): 43-49. DOI: <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i1.1706>
- Salgado-Velázquez, S., Salgado-García, S., Rincón-Ramírez, J. A., Rodríguez Jr, F. A., Palma-López, D. J., Córdova-Sánchez, S., and López-Castañeda, A. 2020. Spatial variability of soil physicochemical properties in agricultural fields cultivated with sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in Southeastern Mexico. *Sugar Tech* 22(1): 65-75. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12355-019-00742-9>
- Salgado-Velázquez, Sergio. 2024. Enfoque del modelo EcoCrop para la idoneidad agroclimática del cultivo de arroz en Tabasco, México. VI Congreso Internacional y VIII Encuentro de la Red de Vinculación de la Sociedad Multidisciplinaria en Ciencias Agronómicas Aplicadas y Biotecnología SOMUCAAB A.C. Morelia, Michoacán, México. <https://www.somucaab.mx/documentos/>
- Sanches, G. M., Magalhães, P. S., Kolln, O. T., Otto, R., Rodrigues Jr, F., Cardoso, T. F., and Franco, H. C. 2021. Agronomic, economic, and environmental assessment of site-specific fertilizer management of Brazilian sugarcane fields. *Geoderma Regional* 24: e00360. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00360>

- Sánchez-Jiménez, M., Espinoza, L. D. C. L., López, D. J. P., Sánchez, S. C., Pech, R. G. A., and Salgado-Velázquez, S. 2024. Producción de biomasa e índices fisiológicos de cultivares de caña de azúcar en diferentes subunidades de suelos. *Acta Agrícola y Pecuaria* 10(1):6. DOI: <https://doi.org/10.30973/aap/2024.10.0101007>
- Savin, M. C., Daigh, A. L. M., Brye, K. R., Norman, R., and Miller, D. 2021. Vertical distribution of fertilizer nitrogen from surface water flooding of a silt loam and clay soil used for rice production. *Soil Use and Management*: 37(3): 406-417. DOI: <https://doi.org/10.1111/sum.12599>
- Sheoran, P., Basak, N., Kumar, A., Yadav, R. K., Singh, R., Sharma, R., and Sharma, P. C. 2021. Ameliorants and salt tolerant varieties improve rice-wheat production in soils undergoing sodification with alkali water irrigation in Indo-Gangetic Plains of India. *Agricultural Water Management* 243: 106492. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106492>
- SIAP. 2023. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Datos de producción agrícola nacional 2023. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Tano, B. F., Brou, C. Y., Dossou-Yovo, E. R., Saito, K., Futakuchi, K., Wopereis, M. C., and Husson, O. 2020. Spatial and temporal variability of soil redox potential, pH and electrical conductivity across a toposequence in the Savanna of West Africa. *Agronomy* 10(11): 1787. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10111787>
- Tello, A. F., and Corral, M. A. H. 2023. Competitividad internacional del arroz mexicano: un análisis con base en datos de comercio exterior. *RECAI Revista de Estudios en Contaduría, Administración e Infomática* 12(35): 18-31.
- Tiruneh, G. A., Alemayehu, T. Y., Meshesha, D. T., Vogelmann, E. S., Reichert, J. M., and Haregeweyn, N. 2021. Spatial variability of soil chemical properties under different land-uses in Northwest Ethiopia. *Plos one*, 16(6): e0253156. DOI:

- Trevisan, R. G., Bullock, D. S., and Martin, N. F. 2021. Spatial variability of crop responses to agronomic inputs in on-farm precision experimentation. *Precision Agriculture* 22: 342-363. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09720-8>
- Uribe-Opazo, M. A., Dalposso, G. H., Galea, M., Johann, J. A., De Bastiani, F., Cambillo Moyano, E. N., and Grzegozewski, D. M. 2023. Spatial variability of wheat yield using the gaussian spatial linear model. *Australian Journal of Crop Science* 17(2): 179-189.
- Wijayanto, Y., Nareswari, N. R., Saputra, T. W., and Purnamasari, I. 2024. Characterizing, Predicting, and Mapping Soil Available Phosphor, pH, and Electrical Conductivity in Rubber Plantation Based on Three Different Methods of Ordinary Kriging in GIS Environment. *International Journal on Advanced Science, Engineering & Information Technology* 14(2). DOI: <https://doi.org/10.18517/ijaseit.14.2.19079>
- Workneh, H. T., Chen, X., Ma, Y., Bayable, E., and Dash, A. 2024. Comparison of IDW, Kriging and orographic based linear interpolations of rainfall in six rainfall regimes of Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 52: 101696. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2024.101696>
- Yadav, K. K., Mali, N. L., Kumar, S., Surya, J. N., Moharana, P. C., Nogiya, M., and Meena, R. L. 2022. Assessment of soil quality and spatial variability of soil properties using geo-spatial techniques in sub-humid Southern Plain of Rajasthan, India. *Journal of the Indian Society of Soil Science* 70(1): 69-85. DOI: <https://doi.org/10.5958/0974-0228.2022.00004.4>
- Zhang, X., Xiang, D. Q., Yang, C., Wu, W., and Liu, H. B. 2022. The spatial variability of temporal changes in soil pH affected by topography and fertilization. *Catena* 218: 106586. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106586>
- Zhao, C., Chen, M., Li, X., Dai, Q., Xu, K., Guo, B., and Huo, Z. 2021. Effects of soil types and irrigation modes on rice root morphophysiological traits and grain quality. *Agronomy* 11(1): 120. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11010120>

Zhenjie, D. O. N. G., Yao, L. U., Jingyong, L. I., Zhi, D. O. U., Hongcheng, Z. H. A. N. G., & Hui, G. A. O. (2024). Research Progress on Spatial Variability Characteristics and Quality Safety Assessment of Heavy Metals in Soil for Integrated Paddy Cultivation. *China Rice* 30(1): 36. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2023.2296989>

Zhu, J., Li, A., Zhang, J., Sun, C., Tang, G., Chen, L., and Xiong, Q. 2022. Effects of nitrogen application after abrupt drought-flood alternation on rice root nitrogen uptake and rhizosphere soil microbial diversity. *Environmental and Experimental Botany* 201: 105007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.105007>



AIDA
Asociación para la Investigación y Desarrollo Académico

ISSN 1234-5679



9 771234 567003 >