



DESARROLLO TECNOLÓGICO, CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

EN EL ESTADO DE VERACRUZ 2024

COMPILADORAS | Lizbeth Angélica Castañeda Escobar, María Graciela Hernández y Orduña,
Claudia Patricia Fernández de Lara Arcos

DESARROLLO TECNOLÓGICO, CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

EN EL ESTADO DE VERACRUZ 2024



Desarrollo tecnológico, científico y humanístico en el estado de Veracruz 2024

D. R. © Editorial FONAGE, 2024

Cempoala 1B, Col. Modelo, Xalapa, Veracruz, C. P. 91040

Edición digital: diciembre 2024

ISBN: 978-607-59950-2-1

Compiladoras

Lizbeth Angélica Castañeda Escobar

María Graciela Hernández y Orduña

Claudia Patricia Fernández de Lara Arcos

Edición

Coordinación editorial: Anáfora

Corrección de estilo: Editorial FONAGE

Corrección de pruebas: Salvador Martínez Rebollar

Portada y diseño de interiores: Karina Natiely González Zavala

Maquetación: Alejandro Medina Colón

El contenido textual y gráfico de cada artículo es responsabilidad de los autores.
Los collages de la portada e interiores fueron elaborados con la herramienta generadora de imágenes con IA de Freepik.

Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra, siempre y cuando se cite la fuente original.

Hecho en México

índice

Ingenierías

Presentación 7

9

Estudio comparativo de ensayos mecánicos y simulaciones
empleando ANSYS 11

Miriam Sarahi San Juan Hernández, Lisseth Rivera Aguirre, Janeth
Ramos López, Erika Aguilar Acosta & Gerardo Sanjuan Sanjuan

Sistemas de monitoreo de estacionamientos inteligentes:
Una revisión sistemática de la literatura 19

Jared Arely Hernández Pérez & Manuel P. Ralero de la Mora

Identificación de los factores de riesgo asociados a las caídas
del mismo nivel del personal en las instalaciones del I.T.C.A. 33

Catalina Luna Manzano, Erika Abigail Moreno Rico, Diana
Eréndira del Ángel Greer, Gabriela Arenas Hernández, María
Lionor Méndez Hernández & Francisco Baldomero Castro

Múltiples enfoques del aprendizaje automático para la detección
de deficiencias y enfermedades en cultivos durante el último
lustro: Una revisión sistemática de la literatura 43

Cristian Gerardo Montero Gutiérrez, Rodrigo Rodríguez Franco,
Manuel Prisciliano Ralero de la Mora & Omar Alba Hernández

Ciencias Sociales

63

Evaluación ergonómica para la mejora de condiciones posturales:
El bienestar en los trabajadores y su importancia
en la productividad 65

Lidilia Cruz-Rivero, Ernesto Lince-Olgún & Ángela Aurora Gutiérrez-Salas

El maíz: Una perspectiva diacrónica 79

María Arnaud Salas

Análisis del impacto de la responsabilidad social en la formación
integral de los egresados del TSU en Contaduría
de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz 89

Leydi Selene Vázquez López & Susana del Carmen Mina

Percepción estudiantil sobre la inteligencia artificial generativa en la formación de ingenieros en sistemas computacionales 103

Karla Alejandra Jiménez Martínez, Moserrath Vaughan Bernal & Rodolfo Armando Moreno

La inteligencia artificial generativa como herramienta para adquirir competencias profesionales, de acuerdo con los estudiantes de una institución de educación superior (IES) 113

Ana Isabel Hernández Jacobo, Yesenia Platas Jacobo & Karla Alejandra Jiménez Martínez

Implementación de un sistema de gestión para asignación y seguimiento de plazas de servicio social y prácticas profesionales en la Facultad de QFB de la Universidad Veracruzana 127

Minerva Hernández Lozano, Marcos Fernando Ocaña Sánchez, Gabriel Arturo Soto Ojeda & Ana Korina Díaz García

Precariedad laboral y el deterioro de las condiciones de trabajo: El impacto de la crisis financiera en el personal académico de la Universidad Autónoma de Nayarit 143

Martha Berenice Meza Dávalos & Aimée Arguero Fonseca

Las habilidades blandas como parte de la formación integral de los ingenieros 155

Nila Candelaria de la Cruz Tadeo & Geinny Otero Reséndiz

Enseñanza de la ciencia, la tecnología y medio ambiente: Estrategia para el desarrollo de conocimientos y valores 163

Geinny Otero Reséndiz & Nila Candelaria de la Cruz Tadeo

La importancia de la aplicación de simulacros en los sistemas educativos nivel medio básico 171

Susana Astrid López García, Edi Antonio López & Heriberto Esteban Benito

El impacto que tienen las habilidades blandas en el desarrollo profesional de los estudiantes de educación superior 181

Susana Astrid López García, Edgar Antonio Pecero Ramírez & Heriberto Esteban Benito

Análisis de asertividad en la respuesta de asistentes de inteligencia artificial en el ámbito académico 203

Karla Margarita Castilla Acosta & Omar Eduardo Betanzos Martínez

Presentación

El desarrollo tecnológico y científico en los diversos estados de la república se expresa y experimenta de diferentes maneras, esto responde a necesidades del entorno como el tipo de suelo, el clima, la posición geográfica; incluso, depende de las costumbres culturales de un país. Hoy en día, la ciencia y la tecnología constituyen un poderoso pilar del desarrollo cultural, social, económico y, en sí, de la vida en la sociedad moderna.

Los trabajos de investigación compilados en el libro *Desarrollo tecnológico, científico y humanístico en el estado de Veracruz 2024* buscan destacar la investigación científica y tecnológica, así como los estudios educativos y humanísticos que se gestan y construyen en diversas instituciones educativas de nivel superior del estado de Veracruz y en la Universidad Autónoma de Nayarit. Las y los autores-investigadores pertenecen a diversos sectores del conocimiento, como el área biológica, las ingenierías, las ciencias sociales y la educación. Cada aportación aborda diferentes fenómenos desde un enfoque innovador y contemporáneo. Por ejemplo, algunos estudios educativos compilados en este libro buscan analizar el aprendizaje actual debido al uso que se hace de la IA (Inteligencia Artificial) en este ámbito. Otro artículo analiza los usos y beneficios del maíz no transgénico y su futuro.

Las compiladoras de este libro esperamos que las y los lectores puedan enriquecer su saber sobre el desarrollo intelectual y académico realizado en México.

YOB

08401	0	10	63	3	1	6	13	10	8	0
08402	1	19	25	5	1	1	11	10	8	0
08403	2	14	19	25	2	12	19	10	8	0
08404	3	10	6	15	2	25	16	10	8	0
08405	4	12	44	52	1	44	14	10	8	0
08406	5	22	95	52	2	52	14	10	8	0
08407	6	10	24	46	6	54	14	10	8	0
08408	7	2	22	24	9	22	14	10	8	0
08409	8	1	03	13	0	13	14	10	8	0
08410	9	1	07	59	2	10	14	10	8	0
08411	0	24	70	60	9	6	14	10	8	0
08412	1	7	28	60	9	6	14	10	8	0
08413	2	14	35	15	2	14	14	10	8	0
08414	3	4	15	15	14	5	14	10	8	0
08415	4	28	08	19	19	19	14	10	8	0
08416	5	10	00	19	19	19	14	10	8	0

685

Ingenierías

VOLVER AL ÍNDICE

035

315.84.16-

www.vapzokotlwagendtem.counlasiom

Estudio comparativo de ensayos mecánicos y simulaciones empleando ANSYS

Comparative study of mechanical testing and simulations using ANSYS

Miriam Sarahi San Juan Hernández
Liseth Rivera Aguirre
Janeth Ramos López
Erika Aguilar Acosta

Tecnológico Nacional de México,
Instituto Tecnológico Superior de Xalapa

Autor de correspondencia:
janeth.rl@xalapa.tecnm.mx

Gerardo Sanjuan Sanjuan

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

Resumen

La ingeniería moderna se enfrenta constantemente al desafío de mejorar la eficiencia y la seguridad de los materiales utilizados en diversas aplicaciones industriales. En este contexto, los ensayos mecánicos y las simulaciones por computadora se han convertido en herramientas indispensables para evaluar y optimizar las propiedades de los materiales. Esta investigación, titulada “Estudio Comparativo de Ensayos Mecánicos y Simulaciones Empleando ANSYS”, aborda precisamente esta temática, explorando las sinergias y diferencias entre ambos enfoques.

Los ensayos mecánicos son procedimientos experimentales que permiten medir propiedades físicas de distintos materiales bajo diferentes condiciones de carga. Se aborda la comparación entre los resultados obtenidos a través de ensayos físicos y las simulaciones que se hicieron con el software ANSYS.

El estudio se centra en evaluar qué tan viable son las simulaciones para que, en casos futuros, sean un complemento o sustitución de los ensayos tradicionales. En primer lugar, se realizaron los ensayos físicos de tensión y compresión, en los cuales se observaron los tipos de fracturas que obtuvieron los materiales y se supo su porcentaje de ductilidad; también se pudo obtener el Módulo de Young (Módulo de Elasticidad), el porcentaje de elongación, entre otras propiedades. Simultáneamente, se hizo la simulación con las mismas condiciones de carga, lo

que permitió observar el comportamiento de los materiales bajo condiciones experimentales, facilitando así la comparación de resultados que a su vez nos indican que las simulaciones son altamente precisas y eficientes.

Este trabajo contribuye significativamente al campo de la Ingeniería, demostrando cómo las tecnologías avanzadas de simulación pueden complementar o sustituir los ensayos físicos para mejorar diseños y desarrollo de materiales o componentes.

Palabras clave: Ensayo mecánico, simulación, ANSYS, comparativo

Abstract

Modern engineering constantly faces the challenge of improving the efficiency and safety of materials used in various industrial applications. In this context, mechanical testing and computer simulations have become indispensable tools for evaluating and optimizing material properties. My thesis, titled “*Comparative Study of Mechanical Testing and Simulations Using ANSYS*”, addresses this topic, exploring the synergies and differences between both approaches.

Mechanical tests are experimental procedures that allow the measurement of the physical properties of different materials under various loading conditions. This study compares the results obtained through physical testing and simulations performed using ANSYS software. The focus is on assessing how feasible simulations are in potentially complementing or replacing traditional tests in future applications. First, physical tension and compression tests were conducted, where the types of fractures in the materials were observed, as well as the ductility percentage was determined, Young's Modulus (Modulus of Elasticity), elongation percentage, and other properties well also obtained. Simultaneously, simulations were carried out under the same loading conditions, allowing the observation of material behavior in experimental settings, which facilitated the comparison of results. These results indicate that simulations are highly accurate and efficient.

This work makes a significant contribution to the field of engineering, demonstrating how advanced simulation technologies can complement or replace physical tests to improve the design and development of materials or components.

Keywords: Mechanical testing, Simulation, ANSYS, Comparative

Introducción

La tesis “Estudio Comparativo de Ensayos Mecánicos y Simulaciones Empleando ANSYS” se centra en la evaluación de la precisión, eficacia y aplicabilidad de las simulaciones computacionales mediante el software ANSYS, en comparación con los ensayos mecánicos tradicionales, específicamente los ensayos de tracción y compresión. Este estudio aborda un problema crítico en la ingeniería mecánica y electromecánica: la necesidad de optimizar el proceso de análisis y diseño de materiales, garantizando, al mismo tiempo, precisión, seguridad y eficiencia en costos.

En el ámbito de la ingeniería, la caracterización precisa de las propiedades mecánicas de los materiales es fundamental para garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad de las estructuras y componentes diseñados. Tradicionalmente, esta caracterización se lleva a cabo mediante ensayos mecánicos experimentales, los cuales proporcionan datos sobre la resistencia, elasticidad, y otros parámetros esenciales de los materiales. Sin embargo, estos ensayos presentan desafíos significativos, incluyendo el alto costo asociado a la adquisición de equipos especializados, el tiempo considerable requerido para realizar las pruebas y analizar los resultados, y los riesgos inherentes a la manipulación de materiales y equipos en condiciones extremas.

En paralelo, el avance de las tecnologías de simulación computacional ha permitido el desarrollo de softwares como ANSYS, que prometen replicar el comportamiento de los materiales bajo diversas condiciones de carga mediante modelos de elementos finitos. Estas simulaciones ofrecen la ventaja de reducir significativamente los costos y el tiempo de análisis, al mismo tiempo que minimizan los riesgos asociados a las pruebas físicas. Sin embargo, la precisión y fiabilidad de estas simulaciones siguen siendo objeto de debate, particularmente cuando se comparan con los datos obtenidos de los ensayos experimentales tradicionales.

El problema central que aborda esta tesis es la necesidad de evaluar de manera rigurosa la capacidad de las simulaciones en ANSYS para replicar los resultados de los ensayos mecánicos experimentales. Es crucial determinar si estas simulaciones pueden ser utilizadas como un sustituto fiable para los ensayos físicos o si deben considerarse solo como una herramienta complementaria. Además, es necesario identificar y comprender las posibles irregularidades entre los resultados

experimentales y los simulados, así como las condiciones bajo las cuales dichas simulaciones pueden ofrecer resultados precisos y fiables.

Metodología

La investigación se estructuró en cinco etapas clave:

- 1. Selección de Materiales y Preparación de Muestras:** Se seleccionaron diferentes materiales de uso común en la ingeniería, tales como acero, aluminio, cobre, únicamente para el ensayo de compresión, se agregó al latón a los 3 antes mencionados. Estos materiales fueron preparados en forma de probetas estandarizadas para llevar a cabo los ensayos de tracción y compresión. La preparación incluyó la cuidadosa selección de las dimensiones y formas de las probetas, según normas internacionales ASTM.
- 2. Realización de Ensayos Mecánicos:** Los ensayos de tracción y compresión fueron realizados utilizando máquinas de ensayo universal. En estos ensayos, se aplicaron cargas controladas a las probetas mientras se medía su respuesta en términos de esfuerzo y deformación. Los datos obtenidos se utilizaron para calcular las propiedades mecánicas de los materiales, como el módulo de elasticidad, el límite elástico, la resistencia máxima y la ductilidad.
- 3. Simulaciones en ANSYS:** Se crearon modelos de elementos finitos (FEM) de las mismas probetas utilizadas en los ensayos físicos, utilizando el software SOLIDWORKS. Con ANSYS, se aplicaron condiciones de carga equivalentes a las de los ensayos experimentales. Las simulaciones permitieron predecir el comportamiento de los materiales bajo tracción y compresión, generando curvas esfuerzo-deformación y proporcionando valores estimados de las propiedades mecánicas.
- 4. Análisis Comparativo:** Los resultados de las simulaciones se compararon directamente con los datos experimentales obtenidos en los ensayos mecánicos. Este análisis incluyó la evaluación de las discrepancias entre los resultados, identificando posibles causas de diferencias, como la precisión de

la malla de elementos finitos, la calidad de los modelos de materiales y la exactitud de las condiciones de frontera aplicadas en ANSYS.

5. Validación y Ajuste de Modelos: En función de las discrepancias observadas, se realizaron ajustes en los modelos de simulación para mejorar la correlación con los datos experimentales. Este proceso incluyó la refinación de la malla, la optimización de los parámetros de material y la revisión de las condiciones de carga y frontera. Se realizó un segundo ciclo de simulaciones para validar la eficacia de estos ajustes. El único problema que se tuvo fue con el ensayo de compresión, ya que se le tuvo que poner una base plana a la probeta.

Resultados y Discusión


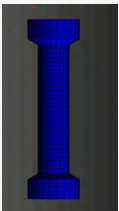

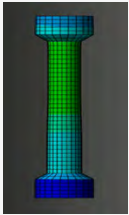

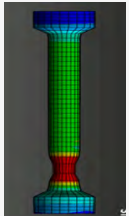

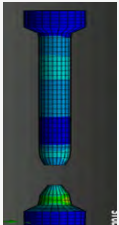
Los resultados de los ensayos mecánicos proporcionaron una base sólida de datos experimentales, mostrando el comportamiento típico de los materiales seleccionados bajo condiciones de tracción y compresión. Por ejemplo, el acero mostró una alta resistencia a la tracción con una notable ductilidad, mientras que el aluminio presentó una resistencia inferior, pero con un comportamiento más elástico.

Las simulaciones en ANSYS replicaron de manera efectiva las tendencias generales observadas en los ensayos experimentales. Sin embargo, se observaron algunas diferencias en valores absolutos, especialmente en lo referente a la deformación en el límite elástico y la resistencia máxima. Estas diferencias se atribuyeron en parte a la simplificación de los modelos de material y la discretización espacial inherente al método de elementos finitos.

Una vez realizados los ajustes en los modelos de simulación, la correlación entre los resultados simulados y experimentales mejoró significativamente. Esto demostró que, con una calibración adecuada, ANSYS puede ser una herramienta altamente eficaz para predecir el comportamiento de los materiales bajo cargas estáticas, permitiendo la reducción de la dependencia en ensayos físicos costosos y potencialmente peligrosos.

En la tabla que se muestra a continuación, se observa la comparación entre la prueba física y la simulación del ensayo de tensión del cobre. Del lado izquier-

do se puso la probeta, sujeta con un extensómetro, el cual media la deformación del material conforme se iba aplicando la carga. En el lado derecho se encuentra la simulación, para la cual no se utilizó un extensómetro; la deformación fue directa. En el programa se fijó la parte inicial de la probeta para que las cargas se aplicaran de forma negativa.

Tabla 1 Comprobación de la prueba física y la simulación del ensayo de tensión del cobre	
Ensayo físico	Simulación
	
	
	
	

Nota: Tabla de elaboración propia, obtenida de los resultados de la tesis.

Conclusiones

La investigación concluye que las simulaciones computacionales mediante ANSYS son una alternativa viable y confiable para complementar, e incluso sustituir, en algunos casos, los ensayos mecánicos tradicionales. Sin embargo, para garantizar la precisión de los resultados, es esencial realizar una calibración cuidadosa de los modelos de simulación basada en datos experimentales. Esta integración de métodos experimentales y computacionales permite optimizar los procesos de diseño y análisis de materiales, reduciendo costos y mejorando la eficiencia en aplicaciones industriales.

El trabajo aporta una metodología integral para la validación de simulaciones de elementos finitos en el estudio de propiedades mecánicas, destacando la importancia de la colaboración entre técnicas experimentales y computacionales en la ingeniería moderna. Además, los resultados obtenidos ofrecen una guía práctica para ingenieros y diseñadores en la selección de materiales y en la utilización de herramientas de simulación en proyectos de diseño y desarrollo de productos.

Este estudio no solo refuerza la utilidad de ANSYS en la simulación de ensayos mecánicos, también abre la puerta a futuras investigaciones que exploren la aplicabilidad de estas simulaciones en condiciones más complejas, como cargas dinámicas o no lineales, ampliando así el campo de uso de las tecnologías de simulación en la ingeniería.

Bibliografía

- DEKRA (2024). *Ensayos Mecánicos*.
- ESSS (2024). *Simulación Ansys: ingeniería para lo que está por venir*.
- FasterCapital (2024a). *Ventajas Y Limitaciones De Las Técnicas De Simulación*.
- FasterCapital (2024b). *Ventajas Y Limitaciones Del Uso De La Simulación Para La Predicción De Gastos*.
- García, A., et al. (2020). *Avances en Simulaciones Numéricas con ANSYS para Ingeniería Mecánica*.
- Grupo SSC (2024). *Análisis Estructural y Simulación | Ansys*.

- ICEMM (2024). *Método de Elementos Finitos: Conceptos y Aplicaciones*.
- Li, S. et al. (2019). "Optimization of vehicle suspension design using ANSYS". *International Journal of Vehicle Design*, 79(1-2), 77-91.
- Omar González (2024). *Tipos de ensayos mecánicos* | Academia.edu.
- SAMAT (2024). *ANSYS Software para ingeniería mecánica*.
- SemcoCAD (2024). *Software de Simulación Ansys*.
- Sentís, G. (2019). *Simulación de Ensayos Mecánicos*.
- Team Rapid (2024). *Ensayos Mecánicos Para Diferentes Tipos De Materiales*.
- Thomas H. Taylor (2024). *Definición e importancia de la simulación en la ingeniería*.
- TÜV SÜD (2024). *Ensayos Mecánicos y Mecanográficos*.
- Universidad Politécnica de Madrid (2024). *Ensayos Mecánicos*. Caminos.
- ZwickRoell (2024). *Ensayo de materiales*.

Sistemas de monitoreo de estacionamientos inteligentes: Una revisión sistemática de la literatura

Smart parking monitoring systems: A systematic literature review

Jared Arely Hernández Pérez
Manuel P. Ralero de la Mora

Instituto Tecnológico Superior de Xalapa
Autor de correspondencia: 237o03051@itsx.edu.mx

Resumen

La congestión vehicular y la escasez de espacios de estacionamiento son dos de los problemas comunes en las ciudades modernas. Los sistemas de monitoreo de estacionamientos inteligentes pueden ser una solución efectiva para mejorar la gestión de la movilidad urbana. En este artículo se presenta una revisión sistemática de la literatura sobre sistemas de monitoreo de estacionamientos inteligentes. Se identificaron y analizaron diversos estudios que abordan diferentes aspectos de este tipo de sistemas, los aspectos analizados son: las tecnologías utilizadas, la precisión de los métodos de detección de vehículos, la efectividad de las aplicaciones móviles y los beneficios potenciales para la ciudad; para ello, se encontraron 31 estudios que mejor cumplen con los criterios de búsqueda. Los resultados de la revisión muestran que los sistemas de monitoreo de estacionamientos inteligentes tienen un gran potencial para mejorar la eficiencia en la gestión de los espacios de estacionamiento, reducir la congestión vehicular y las emisiones de gases de efecto invernadero, y, con esto, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Palabras Clave: Sistemas de monitoreo de estacionamientos, Visión por computadora, aprendizaje profundo, ciudades inteligentes

Abstract

Traffic congestion and parking space shortage are two of the common problems in modern cities. Smart parking monitoring systems can be an effective solution to improve urban mobility management. In this article, a systematic review of the literature on smart parking monitoring systems is presented. Various studies addressing different aspects of this type of systems were identified and analyzed. The aspects analyzed are: the technologies used, the accuracy of vehicle detection methods, the effectiveness of mobile applications and the potential benefits for the city. 31 studies were found that best meet the search criteria. The results of the review show that smart parking monitoring systems have great potential to improve efficiency in parking space management, reduce traffic congestion and greenhouse gas emissions, and thereby improve the quality of life of citizens.

Keywords: Parking monitoring systems, computer vision, deep learning, smart cities

Introducción

El aumento en el parque vehicular ha traído como consecuencia una creciente congestión vehicular en las ciudades, por lo que se ha generado la necesidad de implementar soluciones inteligentes para el monitoreo y gestión de espacios de estacionamiento. Los sistemas de monitoreo de estacionamientos inteligentes utilizan tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC's) para proporcionar información en tiempo real sobre la disponibilidad de espacios de estacionamiento a los usuarios (Al-Hammadi, Al-Qarawi, & Al-Khateeb, 2022, p. 9835). Esto permite a los conductores planear y optimizar sus rutas, reduciendo así el tiempo de búsqueda de un lugar para estacionar su vehículo, lo que puede contribuir a mejorar la fluidez del tráfico y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, al no tener que circular más tiempo en búsqueda de un espacio (CINTEL, 2020).

Metodología

Se realizó una revisión sistemática de la literatura, siguiendo los lineamientos de la metodología “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses” (PRISMA) (Page *et al.*, 2021. p790-799), Esta metodología se diseñó como auxiliar para que, de una forma clara, se identifiquen los siguientes aspectos: por qué se llevó a cabo la RSL, lo que realizaron los autores y qué fue lo que se encontró. Esta es una metodología muy útil para la planeación y realización de una RSL que garantiza el acopio de la información. Se preparó una relación completa y precisa del por qué se realizó la RSL, qué se hizo y los hallazgos que se hicieron. La lista de verificación consta de 27 puntos que sirven como guía para la elaboración, presentación, evaluación e interpretación de revisiones sistemáticas. La lista de verificación con los 27 puntos se muestra en la figura 1. El diagrama de flujo resultante de la lista de verificación se muestra en la figura 2.

Para la realización de la RSL, se consultaron las bases de datos Scopus, Web of Science e IEEE Xplore, utilizando las siguientes palabras clave: *smart parking* (estacionamientos inteligentes), *artificial visión* (visión artificial), *confined spaces* (espacios confinados), *image processing* (procesamiento de imagen), *smart cities* (ciudades inteligentes), *image segmentation* (segmentación de imagen), *object recognition* (reconocimiento de objetos) y CCTV, en la tabla 1 se indican las palabras de búsqueda y sus sinónimos.

Sección/tema	Ítem n.º	Ítem de la lista de verificación
Título	1	Identifique la publicación como una revisión sistemática.
RESUMEN	2	
INTRODUCCIÓN		
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.
MÉTODOS		
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.

Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultó por última vez.
Estrategia de búsqueda	7	Presente las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.
Proceso de selección de los estudios	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.
Proceso de extracción de los datos	9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaron datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.
Lista de los datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (<i>missing</i>) o incierta.
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuántos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente, y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.

Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis).
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).
	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describa los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.
RESULTADOS		
Selección de los estudios	16a	Describa los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo.
	16b	Cite los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.
Características de los estudios	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.
Resultados de los estudios individuales	19	Presente, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.

Figura 1. PRISMA 2020 Lista de verificación. Fuente: (Page *et al.*, 2021, p.790-799).

De los resultados encontrados con estas palabras clave, se seleccionaron los estudios que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión:

- Publicados en revistas científicas indexadas entre los años de 2019 a 2023.
- Escritos en idioma inglés o español.
- Que describan un sistema de monitoreo de estacionamientos utilizando técnicas de visión artificial, aprendizaje automático o sensores.

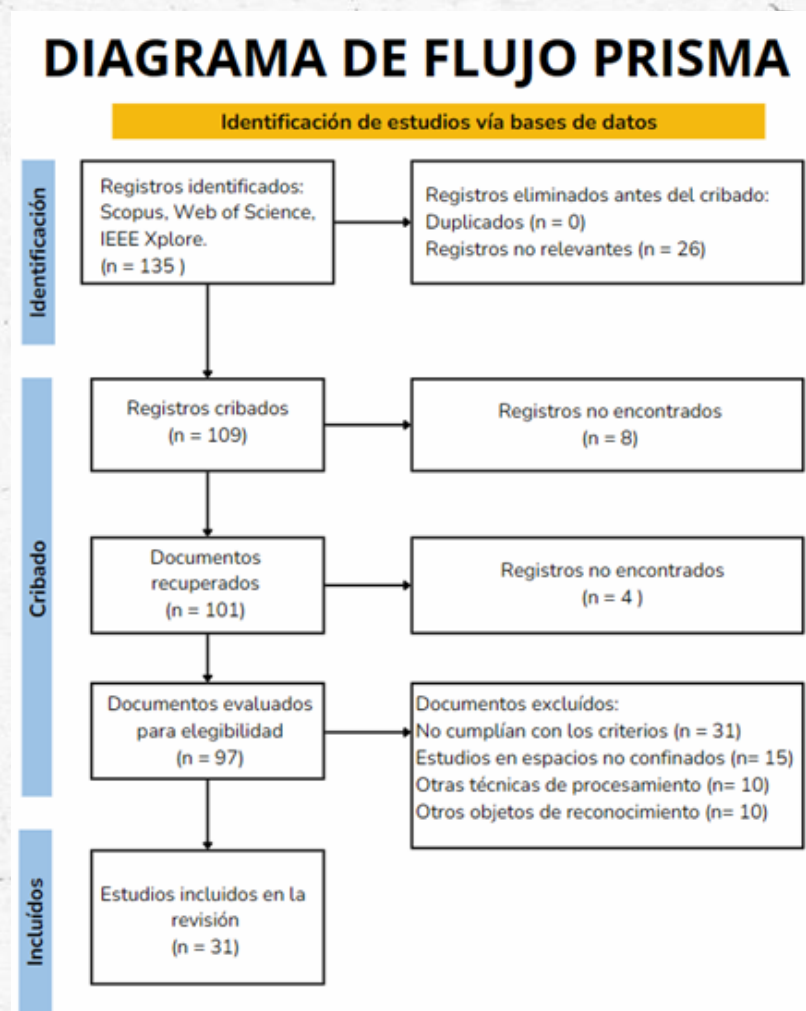


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA. Fuente: Elaboración Propia.

Resultados y discusión

A. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación que se planean contestar con la RSL se muestran en la tabla 1, en la cual, de acuerdo con la metodología propuesta se tienen la pregunta de investigación general y las específicas.

Tabla 1. Pregunta general y específicas. Fuente: Elaboración Propia.

Clave	Preguntas
Q1:	¿Cuál es la técnica más adecuada para procesar imágenes de cámaras de seguridad para identificar lugares disponibles de diferentes tipos de estacionamientos, considerando el área de cobertura de las cámaras?
Q2:	¿Es posible utilizar cámaras de videovigilancia para la detección de disponibilidad de lugares libres en un estacionamiento?
Q3:	¿Cuál es el área de cobertura de una cámara para la detección de lugares de estacionamiento y cómo afecta la arquitectura del mismo?
Q4:	¿Cómo afecta el tipo de cámara de videovigilancia a la precisión de un sistema de localización de lugares de estacionamiento basado en visión por computadora?
Q5:	¿Cuál es la técnica más adecuada de procesamiento de imágenes para la identificación de la disponibilidad de lugares de estacionamiento?

Los estudios revisados propusieron una variedad de enfoques para el desarrollo de Sistemas de Monitoreo Inteligentes (SMI). Los enfoques más comunes se basan en técnicas de visión artificial, aprendizaje automático y sensores.

En la tabla 2 se muestra el total de los resultados encontrados a partir de las cadenas. En esta búsqueda se encontraron múltiples artículos, de los cuales se seleccionaron los que mejor cumplieron con los criterios de búsqueda y descartando aquellos que no los cumplieron, quedando un total de 31 artículos incluidos en esta revisión sistemática.

Tabla 2. Cadenas de búsqueda aplicadas en las bases de datos.

Base de datos	Cadena de búsqueda	Total
Google Académico	(Parking spot localization OR Smart cities) AND (confined spaces OR indoor spaces) AND (image processing OR computer vision) AND (object recognition)	600
Google Académico	(Smart parking OR parking spot assignment) AND confined spaces AND (image processing techniques OR image analysis OR image recognition) AND (security camera)	400
Google Académico	(Smart parking) AND (image processing techniques) AND (surveillance camera)	310
Google Académico	Smart parking AND confined spaces AND solutions	350
IEEE	(Smart parking OR Smart cities) AND (confined spaces OR indoor spaces) AND (image processing OR computer vision) AND (object recognition)	2
IEEE	(Smart parking) AND (image processing techniques) AND (surveillance camera)	3
IEEE	(Smart parking) AND (image processing techniques) AND (security camera)	5
IEEE	Smart parking AND solutions	25
ACM	(Parking spot localization OR Smart cities) AND (confined spaces OR indoor spaces) AND (image processing OR computer vision) AND (object recognition)	551
ACM	(Smart parking OR parking spot assignment) AND confined spaces AND (image processing techniques OR image analysis OR image recognition) AND (security camera)	185
ACM	(Smart parking) AND (image processing techniques) AND (surveillance camera)	235
ACM	Smart parking AND confined spaces AND solutions	112
Science Direct	(Parking spot localization OR Smart cities) AND (confined spaces OR indoor spaces) AND (image processing OR computer vision) AND (object recognition)	906
Science Direct	(Smart parking OR parking spot assignment) AND confined spaces AND (image processing techniques OR image analysis OR image recognition) AND (security camera)	69
Science Direct	(Smart parking) AND (image processing techniques) AND (surveillance camera)	262
Science Dricet	Smart parking AND confined spaces AND solutions	186

Finalmente, en la figura 3 se muestra la gráfica de los principales resultados de los artículos seleccionados a partir de los criterios elegidos.



Figura 3. Artículos seleccionados. Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados se clasificaron en las siguientes categorías:

- **Tecnologías clave:** Las tecnologías clave utilizadas en SMI incluyen sensores para detectar la presencia o ausencia de vehículos en los espacios de estacionamiento, cámaras de vigilancia para la captura de imágenes (Awad *et al.*, 2022), redes de sensores inalámbricos para la transición de datos (CINTEL, 2020), visión artificial para el análisis de imágenes e identificación de vehículos (Chen *et al.*, 2014; Gutiérrez, y Ramírez, 2022), aprendizaje profundo para predecir la disponibilidad de espacios de estacionamiento en el futuro (Al-Hammadi, Al-Qarawi, & Al-Khateeb, 2022), computación en la nube para el procesamiento y almacenamiento de datos (CINTEL, 2020) y aplicaciones móviles para que los usuarios consulten la información en tiempo real (Al-Hammadi, Al-Qarawi, & Al-Khateeb, 2022).
- **Metodologías de implementación:** Las metodologías de implementación de SMI varían según los objetivos específicos y las características del entorno. Las metodologías más comunes incluyen la instalación de sensores en los espacios de estacionamiento (Al-Hammadi *et al.*, 2022), el uso de cámaras para la detección de vehículos, el análisis de imágenes con técnicas de visión

artificial y aprendizaje profundo (Awad *et al.*, 2022), y la integración de la información en una plataforma centralizada (CINTEL, 2020).

- Aplicaciones: Los SMI tienen diversas aplicaciones, incluyendo:
 - 1) **Guía a los conductores hacia espacios de estacionamiento disponibles:** Los usuarios pueden consultar información en tiempo real sobre la disponibilidad de espacios de estacionamiento a través de aplicaciones móviles o paneles informativos (Ma *et al.*, 2023)
 - 2) **Optimización de la gestión de estacionamientos:** Los operadores de estacionamientos pueden utilizar la información proporcionada por los SMSI para optimizar la asignación de espacios, establecer tarifas dinámicas y mejorar la eficiencia general de la operación (Al-Hammadi, Al-Qarawi, & Al-Khateeb, 2022; Awad, Jones, Jones, & Stoddart, 2022).
 - 3) **Reducción de la congestión vehicular:** Al guiar a los conductores hacia espacios disponibles, los SMSI pueden contribuir a reducir la congestión vehicular y las emisiones de gases de efecto invernadero (Gutiérrez & Ramírez, 2022).
- Desafíos futuros: Los principales desafíos futuros para la adopción generalizada de SMSI incluyen:
 - 1) **Costo de implementación:** La instalación y el mantenimiento de los sistemas pueden ser costosos, lo que limita su implementación a gran escala.
 - 2) **Privacidad de los datos:** La recopilación y el uso de datos sobre la ubicación de los vehículos pueden generar preocupaciones de privacidad, como se ha discutido en varias investigaciones (Dey & Gupta, 2022; López-Ovejero & González-Marcos, 2022).
 - 3) **Integración con sistemas de transporte existentes:** Los SMSI deben integrarse con otros sistemas de transporte inteligentes para proporcionar una experiencia de usuario fluida y eficiente.

B. Técnicas de visión artificial

Las técnicas de visión artificial se utilizan para identificar la presencia o ausencia de vehículos en los espacios de estacionamiento (Awad *et al.*, 2022). Esto se puede lograr mediante el análisis de imágenes capturadas por cámaras de vigilancia. Los métodos de visión artificial más comunes incluyen el reconocimiento de objetos y la segmentación de imágenes y el uso de métodos como el reconocimiento de objetos y la segmentación de imágenes, los SMSI pueden ofrecer información en tiempo real sobre la disponibilidad de plazas. Por ejemplo, algoritmos de *deep learning*, como las redes neuronales convolucionales (CNN), han demostrado ser altamente efectivos en la detección y clasificación de vehículos en imágenes (He, Zhang, Ren, & Sun, 2016). Además, la segmentación de imágenes permite identificar con precisión los límites de los vehículos y los espacios de estacionamiento, lo que facilita la estimación del número de plazas disponibles.

C. Aprendizaje automático

El aprendizaje automático se utiliza para predecir la disponibilidad de espacios de estacionamiento en el futuro. Esto se puede lograr mediante el análisis de datos históricos de ocupación, así como de datos en tiempo real sobre el tráfico y las condiciones climáticas, los algoritmos de aprendizaje automático pueden generar pronósticos precisos. Entre los algoritmos más utilizados destacan las redes neuronales artificiales, que han demostrado ser especialmente eficaces en tareas de predicción (He, Zhang, Ren, & Sun, 2016), y los árboles de decisión, que ofrecen modelos interpretables y eficientes.

D. Sensores

Los sensores se utilizan para detectar la presencia o ausencia de vehículos en los espacios de estacionamiento. Esto se puede lograr mediante sensores ultrasónicos, sensores de infrarrojos o sensores magnéticos. Los sensores también se pueden utilizar para recopilar datos sobre el tiempo de ocupación de los espacios de estacionamiento.

E. Desafíos y oportunidades

Los principales desafíos en el campo de los SMI incluyen la precisión de la detección de vehículos, la eficiencia computacional y la privacidad de los datos.

- **Precisión de la detección de vehículos:** La precisión de la detección de vehículos es un factor crítico para el éxito de los SMI. Los sistemas que tienen una baja precisión pueden generar información errónea para los usuarios.

Diversos estudios, como el de Awad y sus colegas (2022), han explorado diferentes técnicas de visión por computadora para mejorar la precisión de la detección vehicular en entornos complejos. Técnicas como las redes neuronales convolucionales (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2012) han demostrado ser altamente efectivas en esta tarea.

- **Eficiencia computacional:** Los sistemas de visión artificial y aprendizaje automático pueden ser computacionalmente intensivos. Esto puede ser un problema para los sistemas que se implementan en dispositivos móviles o de bajo costo. Sin embargo, avances recientes en hardware y algoritmos más eficientes han mitigado este problema (He, Zhang, Ren, & Sun, 2016).
- **Privacidad de los datos:** Los SMI recopilan datos sobre la ubicación y el movimiento de los vehículos. Es importante proteger estos datos para evitar su uso indebido. La implementación de medidas de seguridad robustas y el cumplimiento de las regulaciones de protección de datos son esenciales (CINTEL, 2020).

A pesar de estos desafíos, existen oportunidades significativas para el futuro de los SMI. La mejora de las técnicas de visión artificial y aprendizaje automático, el desarrollo de nuevos sensores y la implementación de redes de comunicación de baja potencia pueden contribuir al desarrollo de sistemas más precisos, eficientes y respetuosos con la privacidad. Estudios recientes han demostrado la viabilidad de sistemas de estacionamiento inteligentes basados en visión por computadora (Inga, 2021; Gutiérrez & Ramírez, 2022).

Conclusiones

En esta revisión sistemática de la literatura, se ha analizado el estado del arte en los Sistemas de Monitores de Estacionamientos (SMES), identificando lo siguiente: las tecnologías clave y más utilizadas en estos sistemas, las metodologías de implementación, casos de aplicación e implementación, así como los retos y desafíos asociados. Los SMES ofrecen una solución prometedora para optimizar la utilización de los espacios de estacionamiento y mejorar la movilidad urbana. Se espera que la investigación y el desarrollo continuo en esta área contribuyan a la implementación exitosa de SMES en las ciudades inteligentes del futuro.

Bibliografía

- Al-Hammadi, S. M., Al-Qarawi, Y. M., y Al-Khateeb, A. A. (2022). Smart Parking System Using Deep Learning for Vehicle Recognition. *Journal of Sensors*, 22(24), 9835-9844.
- Awad, S., Jones, A., Jones, C., & Stoddart, A. (2022). A survey on the use of computer vision for video surveillance. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44(7), 2051-2072.
- CINTEL. (2020). *Ciudades inteligentes: guía de desarrollo*. Bogotá, Colombia: CINTEL.
- Dey, N., & Gupta, S. (2022). A survey on artificial intelligence in video surveillance. *arXiv preprint arXiv:2203.15155*.
- El Sol de Veracruz. (20 de julio de 2023). Xalapa cuenta con 83 estacionamientos públicos y privados. [Noticia en línea]. El Sol de Veracruz.
- Gutiérrez, J., y Ramírez, M. (2022). Un sistema de estacionamiento inteligente basado en visión por computadora para un estacionamiento público en la Ciudad de México. *Revista Mexicana de Ingeniería*, 62(2), 123-132.
- Haralick, R. M., Shanmugam, K., & Dinstein, I. (1973). Textural features for image classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 3(6), 610-621.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 770-778).
- Inga, M. (2021). Un sistema de estacionamiento inteligente basado en visión por computadora para la Utep. *Revista de Ingeniería*, 33(1), 73-82.

- Khan, A., & Akram, S. (2022). A review of deep learning for video surveillance. *International Journal of Computer Vision*, 129(1), 102-126.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 1097-1105).
- López-Ovejero, A., & González-Marcos, J. (2022). A review of computer vision techniques for video surveillance. *Computer Vision and Image Understanding*, 207, 103770
- Ma, Y., Liu, Y., Shao, S., Zhao, J., y Tang, J. (2023). Review of Research on Vision-Based Parking Space Detection Method. *International Journal of Web Services Research*, 19(1), 1-25.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al.* (2021) The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLoS Med* 18(3): e1003583. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>
- Quinde, D., Cisneros, E., y Soto, I. (2023). Aplicación de Visión Artificial en Sistemas de Video Vigilancia con Reconocimiento Facial para el Control de Acceso. *Revista Digital de Ingeniería*, 22(1), 123-132
- Rodríguez, A., & López, M. (2020). Implementación de un sistema de estacionamiento inteligente basado en visión por computadora. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 17(2), 125-134. doi:10.4995/riai.2020.13295 Soberman,
- A., & Shapiro, L. (2023). *Computer Vision: Theory and Applications*. Springer International Publishing.
- Wang, Z., & Lu, W. (2022). A survey on video surveillance with deep learning.

Identificación de los factores de riesgo asociados a las caídas del mismo nivel del personal en las instalaciones del ITCA

Identification of risk factors related with same level falls among the staff at the ITCA facilities

Catalina Luna Manzano
Erika Abigail Moreno Rico
Diana Eréndira del Ángel Greer
Gabriela Arenas Hernández
María Leonor Méndez Hernández
Francisco Baldomero Castro

Instituto Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Cerro Azul, Departamento de Ingeniería Industrial
Autor de correspondencia:
erika.mr@cerroazul.tecnm.mx

Resumen

El Instituto Tecnológico de Cerro Azul (ITCA) ha ofertado servicios educativos por 42 años, en los últimos cinco años el número de caídas de un mismo nivel durante la movilidad del personal se han incrementado, motivo por el cual se inició esta investigación.

Esta investigación se realizó en el periodo enero-junio 2024, es de tipo descriptivo, no experimental, cuantitativo y de carácter transversal. En ella se aplicaron técnicas de observación directa. De una plantilla de 182 trabajadores, los instrumentos se aplicaron a una muestra de 129 personas: 46.5% del sexo masculino y 53.5% del sexo femenino; el 58.1% tienen entre 20 y 50 años, mientras que el 41.9% es mayor de 50 años. El resultado de la investigación es que la causa principal de las caídas de un mismo nivel durante la movilidad del personal sucede en las escaleras al desplazarse entre edificios con un 33.3%; el personal de sexo femenino es quien más caídas tuvo, lo que representa el 54.5% del personal encuestado. El 57.6% de las personas que sufrieron caídas tienen deficiencia visual y/o sobrepeso.

Palabras Clave: Caídas de un mismo nivel, condiciones inseguras, escaleras

Abstract

The Instituto Tecnológico de Cerro Azul (ITCA) has been offering educational services for 42 years. In the past five years, the number of falls at the same level has increased during the staff movement. This is the reason why prompted this research.

This research was conducted from January to June 2024 and is descriptive, non-experimental, quantitative, and cross-sectional in nature. Direct observation techniques were applied. With a workforce of 182 employees, the instruments were applied to a sample of 129 individuals: 46.5% male and 53.5% female. Of these, 58.1% are between 20 and 50 years old, while 41.9% are older than 50 years. The results of the study indicate that the main cause of falls at the same level during staff movement occurs on stairs while moving between buildings, accounting for 33.3% of the cases. Female staff experienced more falls, representing 54.5% of the surveyed personnel. Additionally, 57.6% of those who suffered falls had visual impairments and or overweight.

Keywords: Falls from the same level, unsafe conditions, stairs.

Introducción

Cerro Azul, está situada en la zona norte del estado de Veracruz, en la fracción montañosa de la Huasteca; su relieve presenta las irregularidades del conjunto montañoso de la sierra de Otontepec. (DGIT 2001-2006). El Instituto Tecnológico de Cerro Azul (ITCA) está situado en una zona geográficamente irregular, con terrenos accidentados. Esta topografía ha causado fracturas y desniveles en banquetas, escaleras y edificios, debido al tipo de suelo arcilloso expansivo, que es inestable durante períodos de lluvia y sequía extrema.

Los accidentes laborales generan una gran preocupación por parte de los altos mandos, ya que no solo afectan a los colaboradores y a sus familias (Jiménez Retana, C. 2023), en el caso del ITCA un trabajador lesionado afecta la calidad del servicio educativo brindado por la institución, ya que se generan ausencias en los puestos de trabajo debido a licencias médicas que les otorga el ISSSTE; llegando a impactar incluso la imagen del Instituto Tecnológico.

Derivado de las diferentes actividades que el personal realiza se tiene identificado que el 8.5% debe portar calzado de seguridad, el resto de los trabajadores no está obligado por ninguna normatividad mexicana en materia de seguridad, según la Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

De acuerdo con Campo Rico y Grisales Herrera (2021), las caídas a nivel y desnivel es uno de los tipos de accidentes más comunes en las empresas. Por ello, surge la necesidad de identificar los factores de riesgo asociados a las caídas del mismo nivel en el ITCA a través de esta investigación, con la finalidad de promover una cultura de prevención de caídas mediante una campaña de concientización para prevenir los riesgos laborales, en apego a la Ley Federal del Trabajo DOF 2024, en sus artículos 512 y 524.

Esta investigación es de tipo descriptivo, no experimental, cuantitativo, de carácter transversal, además de aplicar técnicas de observación directa, a diferencia de Cobos *et al.* (2023), que aplicó un cuestionario nórdico. Por otro lado, Medina J. (2022) utilizó la metodología aplicada tipo cualitativa, transversal, no experimental. Esto en contraste con el trabajo realizado por Seijas- Solano, D. (2020), quien utilizó la metodología descriptiva y de corte transversal. La OMS (2022) indica que una de cada ocho personas en el mundo presenta sobrepeso, lo que es determinante en el resultado de esta investigación, aunado a la deficiencia visual.

Metodología

La población de estudio fue el personal docente y administrativo del Instituto Tecnológico de Cerro Azul, que está en un rango de edad de 25 a 60 años. Los instrumentos que se aplicaron durante el proceso de recolección de datos fueron la observación directa, entrevista y encuesta; mediante el uso de una fórmula estadística se determinó el tamaño de la muestra y, derivado de esos resultados, se aplicó la encuesta. En este artículo se muestran los resultados obtenidos mediante gráficas y diagramas, así como un análisis de estos.

Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó un nivel de confianza de 95%, probabilidad de 50% de éxito y 50% de fracaso, considerando un error de 10%. (tabla 1).

Tabla 1. Valores para tabla de muestra.

Donde:	Para el trabajo de investigación:
N: Tamaño de la muestra	124
Z: Nivel de confianza	95%
p: Probabilidad de éxito	50%
q: Probabilidad de fracaso	50%
n: Población	182
E: Error	10%

La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$N = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot n}{E^2(n - 1) + z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$N = \frac{(1.96)^2(0.50)(0.50)(182)}{(0.1)^2(182 - 1) + (1.96)^2(0.50)(0.50)}$$

$$N = 124 \text{ trabajadores a encuestar}$$

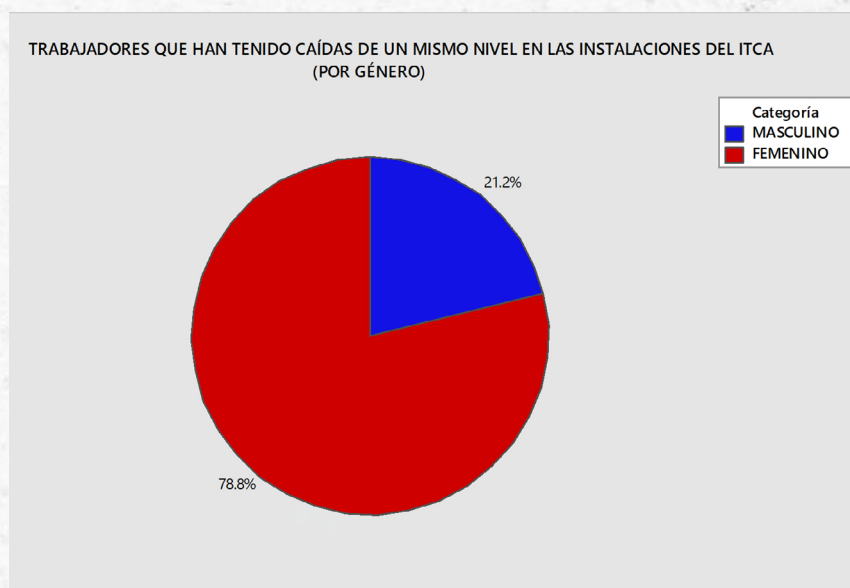
La fórmula indicó que el número de encuestas que debían aplicarse son 124. Se invitó a un mayor número de personas para contestar la encuesta diseñada en Microsoft Forms, obteniendo como resultado un tamaño de muestra de 129 trabajadores.

Para el diseño de la encuesta se realizó una convalidación, se hizo una prueba piloto, aplicando la encuesta a 5 personas para validarla, lo que llevó a la modificación de la misma y la realización de la encuesta final. La encuesta tuvo un total de 14 preguntas en un cuestionario de autoría propia (tabla 2). La muestra poblacional está conformada por:

Variable		Frecuencia	%
Sexo	Masculino	60	46.5
	Femenino	69	53.5
Edad	< a 30 años	7	5.4
	31-40 años	30	23.2
	41-50 años	38	29.5
	> 51 años	54	41.9%

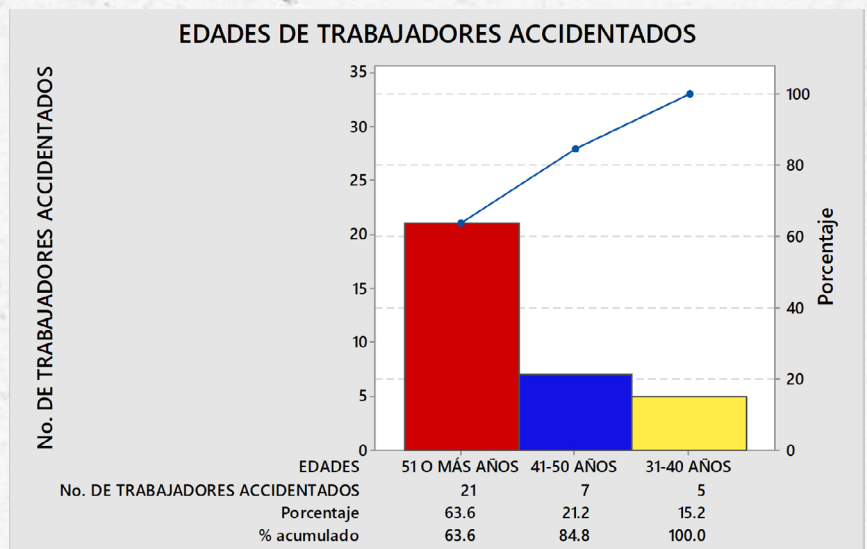
Tabla 2. Población muestra. Fuente: Autoría propia.

Con la aplicación de la encuesta se encontró que una población de 33 trabajadores tuvo al menos 1 caída del mismo nivel (gráfica 1).



Gráfica 1. Datos obtenidos de la encuesta. Fuente: Autoría propia.

Estos resultados corresponden a la pregunta 8.: ¿Has sufrido alguna caída del mismo nivel dentro de las instalaciones? 33 trabajadores contestaron que sí, de los cuales el 78.8% son del sexo femenino y 21.2% del sexo masculino. De igual manera, se hizo el análisis para las preguntas No. 8,4,9 y 5.

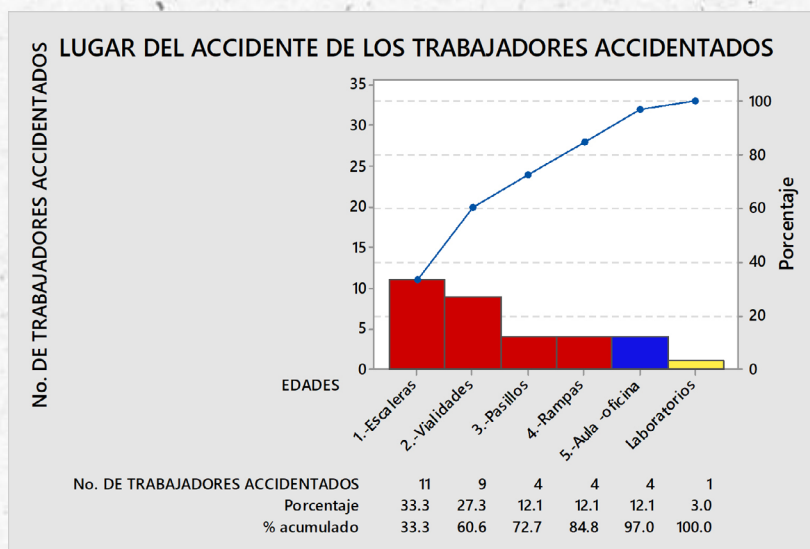


Gráfica 2. Datos obtenidos de la encuesta. Fuente: Autoría propia.

De los trabajadores que han sufrido caídas del mismo nivel dentro de las instalaciones, el mayor porcentaje corresponde al rango de edades de 51 años o más, presentándose una menor proporción entre los trabajadores de 41-50 años y de 31-40 años (tabla 3). Esta información es el resultado obtenido de la pregunta No. 4: ¿Qué edad tiene?

Rango de edad/años	Frecuencia	Sexo		%
31-40	5	Masculino	4	15.2
		Femenino	1	
41-50	7	Masculino	2	21.2
		Femenino	5	
≥ 51	21	Masculino	3	63.6
		Femenino	18	

Tabla 3. Rango de edades de los trabajadores que han tenido al menos una caída del mismo nivel. Fuente: Autoría propia.

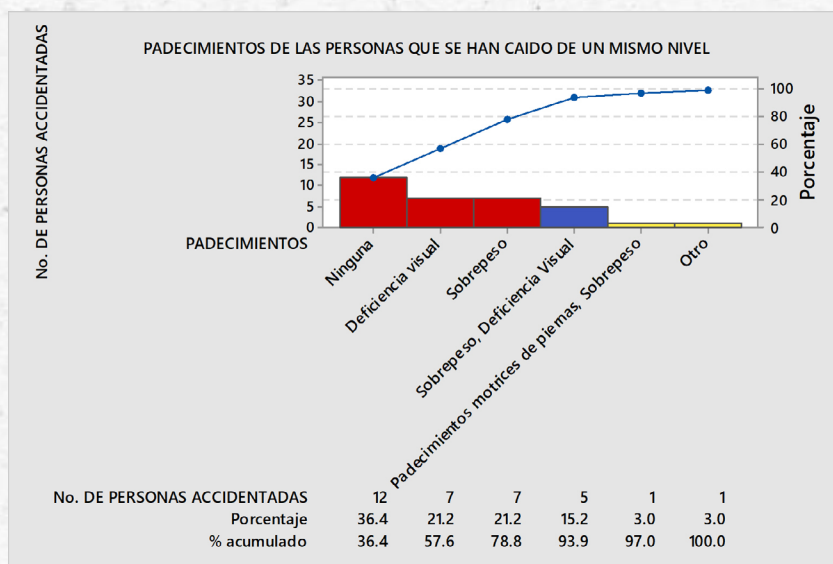


Gráfica 3. Datos obtenidos de la encuesta. Fuente: Autoría propia.

La gráfica No. 3 determina que los lugares de accidente son: escaleras, vialidades, pasillos y rampas. Estos resultados corresponden a la pregunta No. 9.: ¿En qué lugar del instituto sufriste el accidente?. Los resultados se observan en la tabla 4.

Lugar	Frecuencia	Sexo		%
Escaleras	11	Masculino	4	33.3
		Femenino	7	
Aula-Oficina	4	Masculino	0	12.1
		Femenino	4	
Laboratorios	1	Masculino	0	3.0
		Femenino	1	
Rampas	4	Masculino	0	12.1
		Femenino	4	
Pasillos	4	Masculino	1	12.1
		Femenino	3	
Vialidades	9	Masculino	2	27.3
		Femenino	7	

Tabla 4. Lugares de caídas. Fuente: Autoría propia.



Gráfica 4. Datos obtenidos de la encuesta. Fuente: Autoría propia.

De la pregunta No. 5.: ¿Padece alguna de las siguientes enfermedades?, se obtuvieron los siguientes resultados: el 36.4% dice no presentar ningún padecimiento, el 21.2% tiene deficiencia visual, el 21.2% tiene sobrepeso, el 15.2% tiene sobrepeso y deficiencia visual. Para corroborar la veracidad del 36.4% de los trabajadores encuestados, que afirman no tener ningún padecimiento, se aplicó en ellos la técnica de observación, encontrando que portan lentes y/o tienen sobrepeso (tabla 5).

Padecimientos	Frecuencias	%
Deficiencia visual	7	21.2
Sobrepeso	7	21.2
Deficiencia visual y sobrepeso	5	15.2
Padecimiento motriz en piernas y sobre peso	1	3
Sobrepeso, deficiencia visual y padecimiento motriz en piernas	1	3
Ninguno	12	36.4

Tabla 5. Padecimientos. Fuent: Autoría propia.

Resultados y discusión

De las personas que se cayeron, incluyendo sexo femenino y masculino, la mayor incidencia de caídas es en las escaleras, con un 33.3%, seguido de vialidades, con un 27.3%, pasillos 12.1% y rampas 12.1%. De las 33 personas que tuvieron al menos una caída, el 78.8% son mujeres; de las mujeres que se cayeron, el 54.5% son mayores de 51 años; el 21.2% se cayó en las escaleras al transitar de un edificio a otro.

Conclusiones

Son las mujeres quienes representan el mayor porcentaje de caídas dentro de las instalaciones del ITCA y hay una alta incidencia en las personas que tienen el mayor rango de edad. De las 33 personas que respondieron en la encuesta que se cayeron al menos en una ocasión, nueve respondieron no padecer ninguna condición que incrementara su riesgo de una caída de un mismo nivel; no obstante, mediante la observación directa, se identificó que sí tienen condiciones que incrementan el riesgo, tales como: deficiencia visual, sobrepeso y problemas motrices.

Por lo anterior, resulta necesario enfocarse en la concientización del personal en materia de seguridad con la campaña Camina seguro, la cual consistirá en: impartir pláticas de concientización, diseñar y desplegar infografías, realizar campañas de salud, colocar señalética y recomendaciones en las áreas de escaleras, pasillos y rampas. Con estas estrategias se espera que el personal tome conciencia de su estado físico y emocional, así como que se genere una cultura de seguridad en el desplazamiento dada la geografía del terreno, respetando la señalética y utilizando de forma correcta los pasamanos; con ello, se espera que se disminuya el número de incidentes por caídas de un mismo nivel dentro de las instalaciones del ITCA.

Bibliografía

Jiménez Retana, C. 2023. Tesis: Propuesta de un Programa de control de riesgos de caídas de personas al mismo nivel y mecánicos para los procesos de producción y servicio de alimentos en áreas de cocinas y restaurantes del hotel

Dreams Las Mareas Costa Rica; Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental.

Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/14571>

Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo DOF:2008

Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5072773&fecha=09/12/2008#gsc.tab=0

Ley Federal del Trabajo. 2024. Diario Oficial de la Federación (DOF) 04-04-2024

Disponible en: [Ley Federal del Trabajo \(www.gob.mx\)](http://www.gob.mx/Ley-Federal-del-Trabajo)

Campos Rico V.M. *et al.* 2021. Tesis: Diseño del programa de prevención de accidentes de trabajo por caídas a nivel y desnivel en el grupo Arequipe Moda Dulce; Corporación Universitaria Minuto de Dios Bogota D.C.

Disponible en: <https://repository.uniminuto.edu/items/c67dd2e1-a741-4a3d-93ee-badf9e2e054a>

Cobos R. *et al.* 2022. Factores de riesgos ergonómicos en los estudiantes de tercer nivel de la carrera de seguridad y prevención de riesgos laborales del Instituto Superior Tecnológico TSA' Chila en el periodo de Diciembre 2022. Revista Científica Multidisciplinar G-ner@ndo ISSN: 2806-5905.

Disponible en: <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/60>

Seijas D. 2019. Riesgos psicosociales, estrés laboral y síndrome burnout en trabajadores universitarios de una escuela de bioanálisis; Rev. Salud Pública. 21(1):102-108, 2019

Disponible en: <https://www.scielosp.org/article/rsap/2019.v21n1/102-108/es/>

Medina J. 2022. Tesis: Implementación de puntos de anclaje fijos en la modalidad Lean Construction para evitar la exposición de trabajadores a caídas a distinto nivel, Arequipa 2021. Universidad Tecnológica del Perú.

Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5702>

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2022

Disponible en: <https://www.who.int/es>

Dirección General de Institutos Tecnológicos. (2001-2006). Programa institucional de innovación y desarrollo del Instituto Tecnológico de Cerro Azul. 1ª. Edición 2002. D.R. Instituto Tecnológico de Cerro Azul. ISBN: 970-18-9587-8

Múltiples enfoques del aprendizaje automático para la detección de deficiencias y enfermedades en cultivos durante el último lustro: Una revisión sistemática de la literatura

Cristian Gerardo Montero Gutiérrez
Rodrigo Rodríguez Franco
Manuel Prisciliano Ralero de la Mora
Omar Alba Hernández

Tecnológico Nacional de México/ITS de Xalapa
Autor de correspondencia: cgm92@hotmail.com

Resumen

Dado el incremento exponencial de la población mundial, países en todo el mundo están buscando nuevas formas de poder aumentar el rendimiento y, por ende, la producción de cultivos. El monitoreo de las plantas durante su crecimiento es una parte clave para poder lograrlo. Principalmente, se busca detectar a tiempo deficiencias nutrimentales y enfermedades para que el rendimiento que la planta pueda tener no se vea comprometido. Con el desarrollo tan vertiginoso de las tecnologías de la información y la inteligencia artificial en los últimos años, se están desarrollando nuevos enfoques haciendo uso de técnicas de visión artificial a través del procesamiento de imágenes digitales y del uso del aprendizaje automático para poder detectar y predecir estos problemas. Este trabajo analiza 30 artículos donde se predice alguno de estos dos problemas y se muestra cómo lograron realizar su trabajo, considerando variables como el tipo de cultivo, el tipo de imagen, cantidad de imágenes usadas para entrenar el algoritmo clasificador, tipo de algoritmo empleado y la validación de su rendimiento.

Palabras Clave: Agricultura, Aprendizaje automático, Cultivo, Maíz.

Abstract

Due to the exponential increase in the world's population, countries around the world are looking for new ways to increase yields and, consequently, crop production. Monitoring plants during their growth is a key part to accomplish this. Mainly, the aim is to detect nutritional deficiencies and diseases on time so that the performance that the plant may have, it has not been affected. With the rapid development of information technologies and the artificial intelligence in recent years, new approaches are being developed using artificial vision techniques, where digital image processing and machine learning is used to detect and predict these problems. This work analyzes 30 papers where mineral deficiencies or diseases are predicted and shows how they managed to carry out their work, considering important variables such as the type of crop, the format of images used, the number of images that constitute the dataset and is used to train the classifier algorithm, the type of machine learning used and the way they validate their performance system.

Keywords: Agriculture, Machine Learning, Crop, Maize.

Introducción

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes para cualquier país, puesto que asegura la subsistencia de la población a través de la obtención de materias primas que son empleadas para su posterior transformación en alimentos. A partir de 1892, con la introducción del primer tractor agrícola desarrollado por John Frölich, se observó que la aplicación de tecnología en el campo era capaz de aumentar la productividad y producción de cultivos, con lo cual comenzó una revolución en la agricultura que continúa hasta nuestros días. A mediados de los 80 se adoptó un nuevo término, denominado Agricultura de Precisión (AP), el cual dio un nuevo enfoque a la agricultura convencional con la que se venía trabajando.

En la agricultura convencional se considera que un terreno es homogéneo y, por lo tanto, se aplican los insumos a toda la superficie de siembra por igual. En cambio, la agricultura de precisión busca analizar y controlar la variación espacio-temporal de un

terreno y de un cultivo. La variación espacial hace referencia a las diferencias de nutrientes y fertilidad que el suelo pueda tener en diferentes secciones y a las diferencias que se dan entre las plantas cultivadas, mientras que la variación temporal abarca todas aquellas diferencias observables en la producción de un cultivo en un determinado terreno entre una temporada y otra (Santillán, 2018).

Inicialmente, la AP se usó para adaptar la distribución de fertilizantes dependiendo las variaciones en el suelo, suministrando el tratamiento adecuado, en el lugar y tiempo correcto. Posteriormente, con el desarrollo de la tecnología, especialmente en el área de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICS), la AP ha evolucionado conjuntamente, hasta el punto de poder encontrar en el campo el uso de vehículos guiados automáticamente por sistemas GPS, maquinaria autónoma, y, más recientemente, el empleo de Inteligencia Artificial para análisis de cultivos.

A pesar de los incrementos en la productividad que se ha tenido gracias a este tipo de sistemas, la agricultura mundial presenta un gran reto derivado principalmente del aumento tan acelerado de la población alrededor del mundo. De acuerdo a estimaciones de la FAO, para el año 2050 la población habrá alcanzado los más de 9,000 millones de habitantes, por lo cual es de vital importancia que, de manera paralela, la producción agrícola incremente en un 60% para poder satisfacer la demanda. Expertos en producción agrícola coinciden en que la forma de lograrlo es a través del constante monitoreo de los cultivos para lograr el máximo rendimiento.

Hay diferentes factores que pueden afectar el rendimiento de un cultivo, entre los que destacan factores ambientales, como la calidad del suelo y condiciones climatológicas, y factores humanos, como la gestión de cultivos y la selección de semillas de calidad. Este trabajo se enfocará en la calidad del suelo y se abordarán temas relacionados a cómo la falta de minerales afecta el crecimiento y desarrollo de cultivos. Al mismo tiempo, se presentarán 30 estudios realizados en diferentes partes del mundo, donde se analizan y comparan los métodos utilizados para predecir deficiencias nutricionales y enfermedades en diferentes cultivos a partir del uso de técnicas de visión artificial. Se compararán los diferentes algoritmos de clasificación empleados y la precisión de detección alcanzada. Y finalmente, se comparará el tamaño del conjunto de datos usados para entrenar los sistemas y se determinará si existe relación con el porcentaje de precisión alcanzado.

Métodos

En el presente trabajo se realizó una revisión sistemática de la literatura científica (RSL), tomando como referencia la metodología propuesta por Kitchenham en 2004 (Tebes, 2019). Dicha RSL tiene como objetivo conocer las diferentes técnicas de visión artificial empleadas para el análisis de cultivos, dándole prioridad al maíz, pero sin llegar a ser un parámetro restrictivo. Esto permitirá conocer los trabajos previos que se han realizado alrededor del mundo en este campo y comparar métodos en relación a su capacidad de detección.

El primer paso en la metodología propone definir las preguntas de investigación. Para ello, se construyeron 4 preguntas generales y 14 preguntas específicas. La tabla 1 muestra las preguntas de investigación formuladas con base en la información que se considera relevante extraer. Posteriormente, se diseña el protocolo de búsqueda, el cual está conformado por:

- 1) Selección de las bibliotecas digitales
- 2) Selección de palabras clave
- 3) La especificación de la cadena de búsqueda

Bibliotecas digitales: IEEEExplore, ACM, Springer Link y Google Académico.

Tabla 1. Preguntas de Investigación.

Pregunta general	Pregunta Específica
1. ¿En qué contexto se aplican?	1. ¿Cuál es el cultivo de estudio?
	2. ¿Qué se detecta?
	3. ¿Cuál es el alcance de la detección?
	4. ¿Con qué tipo de imagen se alimenta el sistema?
2. ¿Con qué métodos y técnicas se abordan la elaboración del sistema?	5. Métodos y técnicas en el sistema
	6. ¿Con qué tecnologías fue desarrollado?

3. ¿Cómo se valida la propuesta?	7. ¿Cuál es el tamaño del conjunto de imágenes utilizado?
	8. ¿Qué tipo de prueba o experimento se realiza?
	9. ¿Dónde fue evaluado?
	10. ¿Qué resultados se obtuvieron?
	11. ¿Qué temas abiertos se identifican?
4. ¿Qué aporta el estudio a mi trabajo?	12. ¿Qué hicieron los autores?
	13. ¿Qué aspecto puedo resolver en mi trabajo?
	14. ¿Cómo podría serme de utilidad?

Para construir las cadenas de búsqueda, fue necesario seleccionar las palabras clave que se consideraron de relevancia y sus sinónimos. De esta forma, se seleccionaron las palabras mostradas en la tabla 2.

Tabla 2. Palabras clave y sus sinónimos.

Palabras Clave	Inglés	Sinónimos
Deficiencias	Deficiency	Insufficiency, scarceness
Nutrientes	Nutrient	Nourishing
Maíz	Corn	Maize crop, corn-plant, corn leaves
Visión Artificial	Artificial Vision	Artificial intelligence techniques, automatic detection, image analysis
Agricultura de Precisión	Precision agriculture	Digital agricultural system
Conjunto de datos	Dataset	

Con estas palabras se procedió a construir las cadenas para realizar pruebas en las diferentes bases de datos, obteniendo las cadenas mostradas en la tabla 3.

Tabla 3. Cadenas de búsqueda utilizadas.

	Cadenas
1	“Deficiency” OR “insufficiency” OR “scarceness” AND Nutrient AND “Corn” OR “maize crop” OR “corn-plant” AND “artificial vision” OR “artificial intelligence techniques” OR “automatic detection” OR “image analysis” AND “precision agriculture” OR “digital agricultural system” AND “dataset”
2	“Deficiency” OR “insufficiency” AND “Nutrient” AND “Corn” OR “maize” AND “artificial vision” OR “artificial intelligence techniques” OR “image analysis” AND “precision agriculture” AND “dataset”
3	“corn” OR “maize” OR “crop” AND “artificial intelligence techniques” OR “artificial vision” AND “nutrient” AND “deficiency” AND “dataset”

La primera cadena mostró una gran cantidad de artículos que, desde el título, fue posible descartar. Con esta cadena se identificaron los términos en inglés más utilizados y se descartaron algunos sinónimos. De esta manera, se obtuvo la segunda cadena, la cual también se probó y se decidió quitar algunos sinónimos más debido a la gran cantidad de artículos que encontraba. También se notó que el orden de las palabras influía en los resultados obtenidos en ciertas bases de datos como Springer Link, por lo cual se modificó el orden de las palabras como “corn”, “maize” y “crop” para darles mayor prioridad, obteniendo la tercera cadena como resultado. La tercera cadena fue utilizada en todas las bibliotecas digitales antes mencionadas.

El siguiente paso en la metodología consistió en definir criterios de calidad y de selección de artículos. Para este punto, se definieron criterios de exclusión para reducir la cantidad de artículos obtenidos. En el primer criterio de exclusión se tomó en cuenta la fecha de publicación, la cual se estableció del año 2018 al año en curso, con el objetivo de analizar información lo más actualizada posible. El segundo criterio aplicado fue “artículos de revista” exclusivamente.

Estos criterios permitieron reducir en gran medida los resultados obtenidos por la tercera cadena. Posteriormente, se realizó una primera revisión que consistió en la lectura de los resúmenes. Se tomó en cuenta que se trabajara con alguna técnica de visión artificial para procesamiento de imágenes, que se utilizara Aprendizaje Automático o Aprendizaje Profundo para la detección y clasificación, que se mencionara la cantidad de imágenes (Dataset) usadas para entrenar el sistema y que se mencionara alguna forma de evaluar el rendimiento del modelo y el porcentaje alcanzado.

Finalmente, se tuvo una segunda revisión, donde se leyó de manera superficial el artículo, enfocándose en los resultados y conclusiones. Es importante mencionar que la accesibilidad también fue un punto clave para la selección y descarte de artículos. Al finalizar esta etapa se obtuvieron 30 artículos científicos, los cuales se analizan a el apartado de Resultados. La tabla 4 resume esta selección.

Resultados

A partir de los 30 artículos científicos elegidos en la RSL, se extrajo la información relevante con ayuda de las preguntas generales de interés. A continuación, se detalla cada una:

1. ¿En qué contexto se aplican?

a) Cultivo de estudio

A pesar de ser el maíz el cultivo de predilección en la búsqueda, también se encontraron otras aplicaciones a diferentes tipos de cultivos como el trigo y el maíz, lo cual no es extraño, considerando la importancia que estos tres cereales tienen para la alimentación mundial. También se encontraron desarrollos enfocados en plantas de café, té, tomate, chile y palma aceitera. La figura 1 muestra la repetición encontrada para cada tipo de cultivo.

b) ¿Qué se detecta?

Aunque la palabra “nutriente” y “deficiencia” formaba parte de la cadena de búsqueda, se obtuvieron también resultados donde no sólo se detectaban deficiencias nutricionales, sino también enfermedades en hojas. Las enfermedades más comunes en hojas de maíz de acuerdo a Panigrahi, y otros, (2020) Kusumo, y otros, (2018) Masood y otros, (2023) Liu y otros, (2020) Fu y otros, (2022) Haque y otros, (2022) son: mancha común foliar (*common leaf spot*), roya común (*common rust*), tizón foliar común (*northern leaf blight*), mancha gris (*gray leaf spot*), mancha de asfalto (*maydis leaf blight*), y mancha bandeada (*banded leaf and sheath blight*).

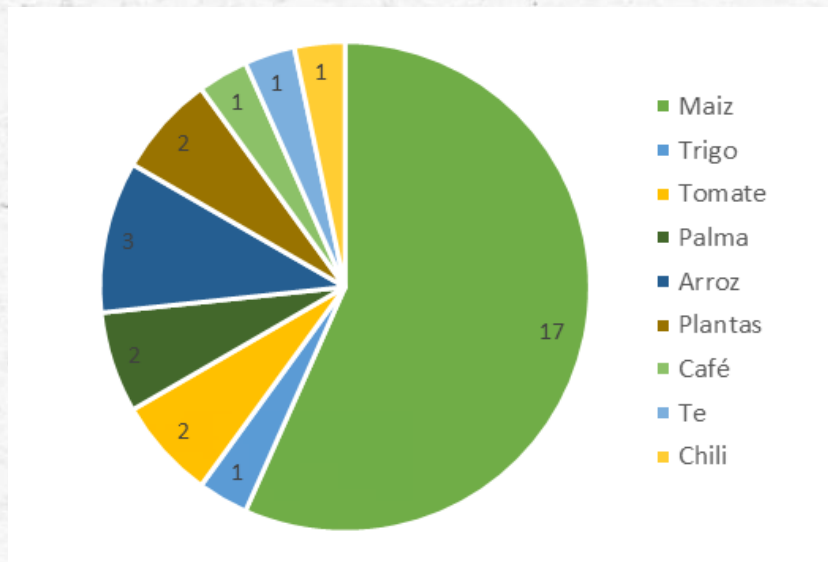


Figura 1. Cultivo de estudio en cada artículo.

La detección de enfermedades representó el 20% del total de artículos, mientras que la detección de deficiencias fue del 80%; por tal motivo, se dará una explicación más detallada de los 2 grupos principales de nutrientes en plantas denominados macronutrientes y micronutrientes.

Macronutrientes

De los 12 minerales esenciales que debe tener el suelo para que una planta tenga un crecimiento y desarrollo apropiado, el nitrógeno (N) es el nutriente más importante, debido a que es un componente de la clorofila que ayuda al proceso de la fotosíntesis de cualquier planta o cultivo. Es tal la importancia que se han realizado estudios exclusivamente para este macronutriente, como el trabajo presentado en Sulisty, y otros, (2018) que busca deficiencias de N en trigo, mientras que en Wang, y otros, (2018) se analiza en plantas de té y en el estudio presentado por Qiu, y otros, (2021), el cultivo de enfoque es el arroz. También se han realizado estudios de N en maíz en diferentes partes del mundo, como en Nigeria (Adesanya y Yinka-Banjo, 2022), Brasil (Romualdo, y otros, 2018) o en Estados Unidos (Zermas y otros, 2020).

El fósforo (P) y el potasio (K) también juegan un papel muy importante en la fotosíntesis. El primero ayuda al crecimiento sano y rápido de las raíces y ayuda a generar energía química; el segundo es esencial para regular el intercambio de gases como el dióxido de carbono y oxígeno a través de las estomas de una planta (poros microscópicos en las hojas). En Colombia, se realizó un estudio exclusivo de fósforo en plantas de maíz (Ramos-Ospina y otros, 2024).

El fósforo y el potasio, junto con el nitrógeno, son considerados macronutrientes primarios debido, principalmente, a que son los nutrientes con mayor absorción durante el crecimiento de una planta. Por ello, es común encontrar estudios donde se buscan deficiencias de NPK en cultivos, como en plantas de maíz en India (Leena & Saju, 2018), (Sridevy & Vijendran, 2018) (Leena & Saju, 2018) y en Indonesia (Sari y otros, 2021) o en plantas de arroz en China (Sun y otros, 2018).

Por otra parte, el calcio (Ca), azufre (S) y magnesio (Mg) son los nutrientes restantes que completan el grupo de macronutrientes. No obstante, estos son considerados macronutrientes secundarios, debido principalmente a que son absorbidos por una planta en menor cantidad. En Indonesia (Rahadiyan y otros, 2023) se realizó un estudio en plantas de chile donde se detectaron deficiencias de Ca-Mg-S, siendo el único estudio que además detecta una multideficiencia entre Mg y S. El Ca forma parte de la pared celular, ayudando a la elongación celular y siendo fundamental para la permeabilidad de la membrana y la absorción de nutrientes. El azufre por otra parte, es esencial en la síntesis de proteínas y aporta protección celular en climas fríos y evita la deshidratación por calor. Finalmente, el Mg contribuye a la síntesis de proteínas, formación de raíces y producción de clorofila.

En la figura 2 se muestra la cantidad de nutrientes que necesita una planta de maíz absorber para obtener un rendimiento de 7 t/ha.

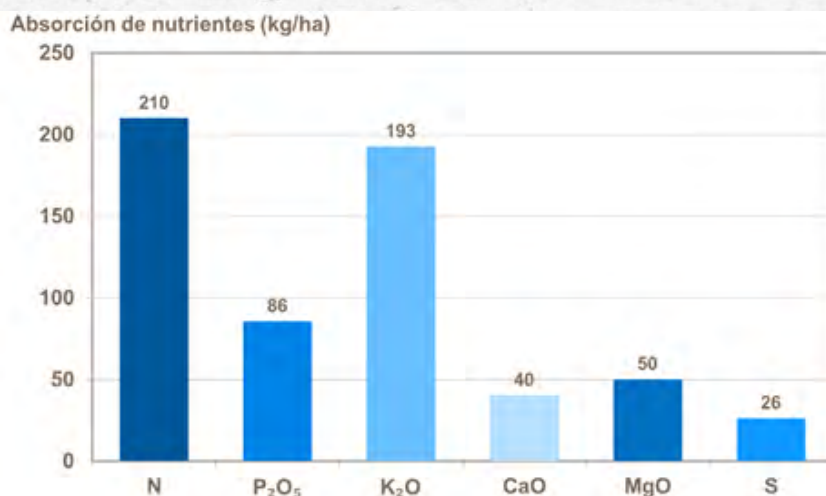


Figura 2. Cantidad de macronutrientes primarios absorbidos por una planta de maíz para obtener un rendimiento de 7 t/ha (Yara Alemania, 2012).

Dada la importancia de los macronutrientes y los beneficios particulares que aporta cada uno, no es extraño encontrar otras combinaciones distintas al NPK, como son; K-N-Mg en maíz (Sabri y otros, 2020) o en palmas aceiteras (Culman, y otros, 2017). También se encontró un estudio donde se detectaron todos los macronutrientes (NPK-Ca-S-Mg) enfocado al tomate en el trabajo de Jose, y otros, (2021), e incluso, estudios con una sola deficiencia, donde se analiza la cantidad de Mg en plantas (Patnaik y otros, 2023) o exclusivamente de Ca en plantas de maíz (Devechio y otros, 2022).

Micronutrientes

Este grupo de nutrientes está conformado por los elementos: cobre (Cu), boro (B), cloruro (Cl), zinc (Zn), manganeso (Mn), e hierro (Fe). Son considerados micronutrientes debido a que se encuentran en bajas concentraciones comparados con los macronutrientes. Sin embargo, este hecho no reduce la importancia que tienen en el crecimiento de los cultivos.

Se ha comprobado que el suministro adecuado de micronutrientes ha incrementado la productividad del cultivo, ayudando a que la planta use eficientemente el nitrógeno y el fósforo aplicados mediante fertilizantes. Recientemente,

investigaciones en fisiología vegetal también han demostrado su importancia en la resistencia a estrés abiótico y biótico (resistencia a enfermedades y plagas). Por ejemplo, el boro ayuda en la fabricación de carbohidratos y azúcares, ayudando al crecimiento de semillas y formación de una fruta saludable. En el caso específico del maíz, mejora el crecimiento de la mazorca. En Brasil se realizó un estudio particularmente a este micronutriente donde se buscó identificar mediante un experimento, hojas de maíz propiamente fertilizadas con B de hojas que presentaban deficiencias de este mineral (Luz y otros, 2018).

En estudios más recientes, se están realizando detecciones tanto de macronutrientes como de micronutrientes para diferentes cultivos. En 2022, en Etiopía se realizó un estudio en plantas de café donde se detectaron deficiencias de B, Fe, Ca y K (Tenaye y otros, 2022). El mismo año, en India, se trabajó en detección de Fe, Ca, Mg, N y K (Lavanya y otros, 2022).

El manganeso (Mn) es otro micronutriente benéfico en plantas que facilita la división de la luz de las moléculas de agua (fotólisis) y aporta energía para el proceso de la fotosíntesis. El zinc (Zn) es esencial para sintetizar proteínas y en la transformación de azúcares en almidón, pero su mayor importancia radica en etapas reproductivas, ya que favorece la formación y fertilidad del polen, teniendo un efecto positivo en el rendimiento del grano. En 2020, en China, se llevó a cabo un estudio de detección que comprende 10 deficiencias en arroz (Xu y otros, 2020), incluyendo macronutrientes primarios (NPK), secundarios (Mg, Ca, S) y micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Si). Más tarde, en 2022, se realizó un estudio en Malasia (Ibrahim y otros, 2022) conformado por 6 deficiencias: 3 macronutrientes (N, P, Mg) y 3 micronutrientes (Mn, Zn, B).

De manera adicional, el cobre (Cu) y el cloruro (Cl) también son considerados micronutrientes, sin embargo, no se encontró su detección en ningún artículo.

2. ¿Con qué métodos y técnicas se abordan la elaboración del sistema?

El aprendizaje automático es un tipo de inteligencia artificial que permite el aprendizaje a través de los datos con los que se entrena el software. En los trabajos analizados se encontró una gran variedad de enfoques donde se emplea aprendizaje automático aplicado al análisis de imágenes de cultivos con el objetivo de predecir

enfermedades o deficiencias extrayendo características como color y textura. Los algoritmos de clasificación usados se detallan en la figura 3.

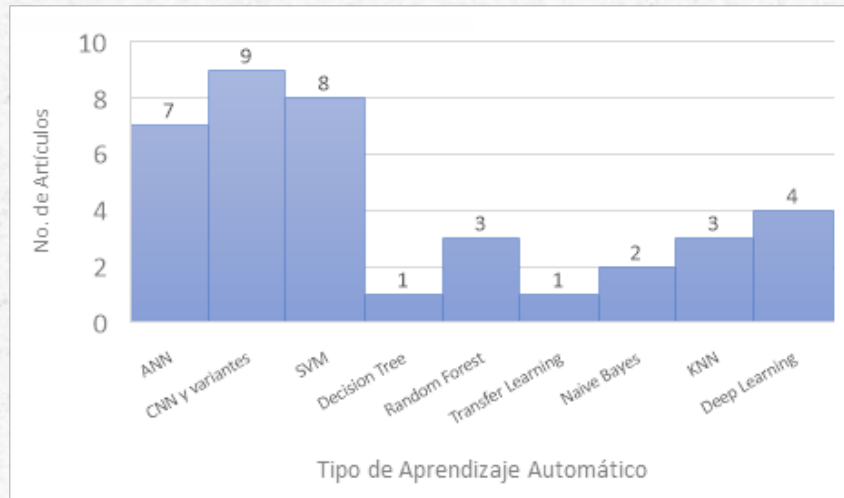


Figura 3. Algoritmos de Clasificación utilizados en los artículos.

El aprendizaje automático cuenta con subdivisiones (Mahesh, 2018), las cuales se detallan a continuación:

Aprendizaje supervisado: Se caracteriza por el uso de datos etiquetados para poder entrenar el modelo que clasifica o predice. En este grupo se encuentran los árboles de decisión (DT), máquinas de vectores de soporte (SVM), las redes bayesianas (NB) y los bosques aleatorios (RF). En Kusumo y otros (2018) se compararon estos 4 algoritmos de clasificación juntos para predecir enfermedades en plantas de maíz, siendo el SVM el que mayor precisión alcanzó (88 %). Por otra parte, en Sari y otros (2021) se hizo uso del algoritmo SVM para detección de 3 deficiencias en maíz, alcanzando una precisión de 80%. Esta diferencia en la capacidad de detección puede deberse a la cantidad de imágenes usadas para entrenar el algoritmo, ya que, en Sari y otros (2021), se usaron 117 imágenes, haciendo una notable diferencia con las 3,823 imágenes ocupadas en Kusumo y otros (2018).

El mismo caso ocurre en Sabri y otros (2020), donde se empleó el algoritmo de bosques aleatorios para la identificación de 3 deficiencias en maíz, alcanzando un 78.35% de precisión contando con 90 imágenes para entrenamiento y pruebas, comparado con la precisión alcanzada en Kusumo y otros (2018) del

87% con un total de 3,823 imágenes. Esto demuestra que entre más imágenes tengamos para entrenar el sistema, mayor precisión podemos esperar.

Aprendizaje no-supervisado: Este tipo de aprendizaje se encarga de analizar y agrupar datos sin etiquetas. Los algoritmos pertenecientes a este grupo son el análisis de componente principal (PCA) y K-means. En Sridevy & Vijendran (2018) se utiliza el algoritmo PCA para detectar deficiencias en maíz alcanzando una precisión de 86%. Sin embargo, PCA y K-means son comúnmente usados en el procesamiento de imágenes. En Liu y otros (2020), PCA es usado para resumir las características más importantes de una imagen, y en conjunto con el algoritmo SVM, alcanzan una precisión de 92.64%. Por otra parte, en Leena y Saju (2018), K-means también es usado en el procesamiento de las imágenes al usar el agrupamiento K-means para la segmentación, haciendo uso de distancia Euclidiana como criterio de minimización.

Redes Neuronales: Son una serie de algoritmos que imitan la forma en que opera el cerebro humano, tratando de reconocer las relaciones fundamentales que comparte un conjunto de datos. Las redes neuronales artificiales (ANN) son un tipo de red neuronal. Las ANN trabajan en tres capas. Primero se encuentra la capa de entrada, la cual toma el valor de entrada. Posteriormente pasa a la capa escondida, la cual procesa la entrada y finalmente, la capa de salida procesa la salida calculada. Son comúnmente usadas en problemas de reconocimiento de patrones. En Culman y otros (2017) se usaron ANN para detectar deficiencias en plantas de maíz, haciendo uso de 15 neuronas en la capa de entrada, 4 en la capa escondida y 4 en la capa de salida, obteniendo una precisión de 81%.

Aprendizaje profundo: Es un tipo de aprendizaje automático que usa redes neuronales multicapa (3 o más capas). Las redes neuronales profundas (DNN) se distinguen del aprendizaje automático por el tipo de datos con los que trabaja y con los métodos que emplea para aprender. Hay una gran variedad de DNN, siendo las redes neuronales convolucionales (CNN o DCNN) el tipo más común usado para la identificación de patrones tanto en imágenes como en video. Hoy en día, las CNN se enfocan especialmente en aplicaciones de detección de objetos, clasificación de imágenes, sistemas recomendadores y para procesamiento de lenguaje natural. En Panigrahi y otros (2020), se usó una CNN para detección de enfermedades en el maíz, haciendo uso de 6 capas, alcanzando una precisión de 98.78%. En Leena y Saju (2018), se clasifican deficiencias en plantas de maíz empleando diferentes

métodos de extracción de características y 4 diferentes algoritmos clasificadores, siendo una red profunda con auto encoders la que obtuvo mayor precisión, comparado con los algoritmos ANN. KNN y SVM.

También se han desarrollado diferentes arquitecturas de CNN, siendo las más populares: R-CNN, Fast R-CNN, GoogleNet, VGGNet, DenseNet, RestNet y MobileNet. En Masood y otros (2023), se propone una *Faster R-CNN*, la cual utiliza la arquitectura de RestNet con 48 capas convolucionales, obteniendo una precisión de 97.89%. En Tran y otros (2019), se compararon dos arquitecturas de CNN para clasificación y predicción de deficiencias en tomate: Inception-ResNet v2 y Autoencoder, siendo Inception el que mejor rendimiento alcanzó con 91% de precisión. En Tenaye y otros (2022) se ponen a prueba 3 arquitecturas CNN para detección de deficiencias de café: MobileNet, VGG16 e InceptionV3, teniendo el mejor rendimiento MobileNet con 98.82% de precisión. En Xu y otros (2020) se pusieron a prueba 4 DCNN para detectar 10 deficiencias de arroz en China: Inception-v3, ResNet con 50 capas, NasNet-Large y DenseNet con 121 capas, siendo DenseNet121 el que obtuvo mejor rendimiento, alcanzando una precisión en pruebas de 97.44%. En Ibrahim y otros (2022) también se empleó una CNN RestNet50, obteniendo una precisión de 94.29%.

Conclusiones

Existen diferentes variables que pueden influir en la predicción de un algoritmo clasificador. Una de los más importantes es la correcta selección y extracción de características en imágenes digitales, siendo este proceso clave, donde conviene detenerse en este punto para poder realizar un análisis meticuloso. Posteriormente, la cantidad de imágenes que se usen para el entrenamiento del algoritmo también puede influir notoriamente, ya que los modelos de aprendizaje automático requieren de una gran cantidad de datos que les permitirá aprender y tomar decisiones en diferentes escenarios.

Finalmente, la selección del propio algoritmo clasificador de entre la gran variedad de algoritmos que se han desarrollado hasta la fecha puede, también, condicionar el resultado final. Como se describe a lo largo de este trabajo, el constante desarrollo en las tecnologías de la información y de la inteligencia artificial ha permitido poder alcanzar niveles de precisión cada vez más cercanos al 100%, teniendo diferentes enfoques como las arquitecturas de CNN de más de 100 capas,

que buscan acortar cada vez más este número para poder llegar a ser infalibles.
¿Es posible creer que es solo cuestión de algunos años para poder alcanzar estos tan buscados sistemas infalibles?

Anexo

Cultivo	Detección	#	Clases*	País	Tamaño dataset**	Tipo de Imagen	Métodos y Técnicas***	Métricas de Evaluación	Porcentaje	Referencias
Palma Aceitera	Deficiencia	3	K, N, Mg	Colombia	52	RGB	ANN	Precisión Exactitud Recall Puntaje F1	81% 61% 69% 62%	(Culman, y otros, 2017)
Maíz	Enfermedad	3	C-Leaf Spot, C. rust, N. Leaf Blight	India	3823	RGB	CNN	Precisión	98.78%	(Panigrahi, y otros, 2020)
Maíz	Enfermedad	3	C. Rust, G-Leaf Spot, N Leaf Blight	Indonesia	3823	RGB	SVM(1), DT(2), RF(3), NB(4)	Precisión	88% (1) 76% (2) 87% (3) 78% (4)	(Kusumo, y otros, 2018)
Maíz	Deficiencia	1	N	Brasil	320	---	Clasificador estadístico - Índices espectrales visibles	Precisión en dos etapas	80 % (V4) 93 % (V7)	(Romualdo, y otros, 2018)
Maíz	Deficiencia	1	B	Brasil	48	Escala de grises	k-vecinos	Precisión	80 - 90%	(Luz y otros, 2018)
Trigo	Deficiencia	1	N	UK	36	RGB	Máquinas de aprendizaje profundo extremo (DSELM) y algoritmo genético (GA)	Precisión	97.22%	(Sulistyo y otros, 2018)
Arroz	Deficiencia	3	N, P, K	China	4281	RGB	SDA y LOOCV	Precisión	76 - 96.8 %	(Sun y otros, 2018)
Planta de Té	Deficiencia	1	N	China	120	HSI	SVM y aprendizaje automático extremo (ELM)	CCR	100%	(Wang y otros, 2018)
Maíz	Deficiencia	3	K, N, Mg	Malasia	90	Grayscale	Bosques aleatorios	Precisión	78.35	(Sabri y otros, 2020)
Plantas	Deficiencia	1	Mg	India	120	RGB	CNN: Mobilenet	Precisión	97.72%	(Patnaik y otros, 2023)
Maíz	Enfermedad	3	Tizón foliar común, Mancha gris, Tizón foliar	Pakistán	2112	---	Faster-RCNN	Precisión	97.89%	(Masood y otros, 2023)
Arroz	Deficiencia	1	N	China	NSM	RGB	AB, ANN, KNN, PLSR, RF, SVM	(R2)	88-96%	(Qiu y otros, 2021)

Maíz	Deficiencia	1	N	Nigeria	5000	RGB	CNN: MobileNetV2 y Detector de un solo Disparo (SSD)	Precisión	81%	(Adesanya & Yinka-Banjo, 2022)
Maíz	Deficiencia	1	P	Colombia	937	RGB	CNN (VGG16, ResNet50, GoogleNet, DenseNet201*, MobileNetV2).	Precisión * Exactitud * Recall * Puntaje F1 *	96.1% 96.1% 96 % 96 %	(Ramos-Ospina y otros, 2024)
Maíz	Deficiencia	3	N, P, K	India	100	HSV	ANN(1), SVM(2), kNN(3), Redes profundas (Autoencoders)(4)	Precisión	90.9% (1) 95.6 % (2) 96% (3) 100% (4)	(Leena & Saju, 2018)
Maíz	Deficiencia	3	N, P, K	India	60	HSV	Análisis de imagen multivariable ICA(1) y PCA(2)	Precisión	90% (1) 86% (2)	(Sridevy & Vijendran, 2018)
Maíz	Deficiencia	3	N, P, K	Indonesia	117	HSV	SVM	Precisión Exactitud Recall Puntaje F1	80% 83% 80% 79%	(Sari y otros, 2021)
Maíz	Deficiencia	1	Ca	Brasil	NSM	---	Redes bayesianas y validación cruzada	Índice Kappa	80%	(Devechio y otros, 2022)
Maíz	Enfermedad	3	Mancha Gris, Roya Común, Mancha común foliar	China	NSM	RGB	SVM y PCA	Precisión	90.05% (1) 92.64% (2) 91.23% (3)	(Liu y otros, 2020)
Maíz	Deficiencia	1	N	USA	782	RGB	R-CNN	Exactitud	83%	(Zermas y otros, 2020)
Tomate	Deficiencia	6	N, P, K, Ca, Mg, S	India	4049	HSV	ANN	Precisión	88.27%	(Jose y otros, 2021)
Maíz	Enfermedad	1	Infectado por peste	China	100	RGB-HSI	CNN	Precisión Recall Puntaje F1	96.87% 97.16% 97.01%	(Fu y otros, 2022)
Maíz	Enfermedad	3	Mancha asfalto, mancha común foliar, mancha bandeada	India	5939	RGB	CNN: Inception V3-GAP*	Precisión * Exactitud* Recall* Puntaje F1 *	95.99% 95.94% 95.96% 95.94%	(Haque y otros, 2022)
Maíz	Deficiencia	3	N, P, K	India	100	HSV	SVM y ANN, Optimizadores: AG and SOS	Precisión para SVM-SOS	90%	(Leena & Saju, 2018)
Arroz	Deficiencia	10	N, P, K, Mg, Ca, Fe, Si, S, Mn, Zn	China	1818	RGB	4 DCNN: Inception-v3, ResNet (50 capas), NasNet-Large, and DenseNet (121 capas)*	Precisión	97.44%*	(Xu y otros, 2020)
Café	Deficiencia	4	B, Ca, Fe, K	Etiopía	422	RGB	CNN: Mobile-Net(1), VGG16(2) & InceptionV3(3)	Precisión	98.82% (1) 64.71% (2) 80.95% (3)	(Tenaye y otros, 2022)
Chile	Deficiencia	5	Ca, Mg, S, Mg-S, Multidef	Indonesia	5166	RGB / HSV	ANN: MLP*	* Precisión * Exactitud * Recall*	89.70% 90.62% 89.17%	(Rahadiyan y otros, 2023)

Plantas	Deficiencia	5	Ca, Fe, Mg, N, K	India	125	RGB	CNN* and ANN	Precisión	90%*	(Lavanya y otros, 2022)
Palma Aceitera	Deficiencia	6	N, P, Mg, Mn, Zn, B	Malasia	350	RGB	CNN	Precisión Sensitividad Especificidad	94.29% 80.00% 96.67%	(Ibrahim y otros, 2022)
Tomate	Deficiencia	3	N, Ca, K	Corea	571	RGB	D-CNN: Inception-ResNetV2(1) y Autoencoder(2) (con Técnica de Ensamble(3))	Precisión	87.27 %(1) 79.09 %(2) 91.0 %(3)	(Tran y otros, 2019)

Por motivos de simplicidad en tabla, a continuación, se detallan las abreviaciones utilizadas:

*Clases: N (nitrógeno), P (fosforo), K (potasio), Ca (calcio), S (azufre), Mg (magnesio), Cu (cobre), B (boro), Cl (cloruro), Fe (hierro), Mn (manganeso), Zn (zinc).

**Tamaño Dataset: NSM (No se menciona).

***Métodos y técnicas: SVM (máquina de vectores), DT (árboles de decisión), RF (bosques aleatorios), NB (redes bayesianas), ANN (redes neuronales artificiales), DNN (redes artificiales profundas), CNN (redes convolucionales), MLP (perceptrón multicapa), SDA (análisis discriminante por pasos), LOOCV (validación cruzada de exclusión de uno), ICA (análisis de componentes independientes), PCA (análisis de componentes principales).

Bibliografía

- Adesanya, O., & Yinka-Banjo, C. O. (2022). Classification of Nitrogen Deficiency for Maize Plants Using deep learning algorithms on Low-End Android Smartphones. *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)*, 41(2), 278-290.
- Amirtha, T. (2020). Machine Learning Based Nutrient Deficiency Detection in Crops. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(6), 5330-5333.
- Culman, M. A., Gomez, J. A., Talavera, J., Quiroz, L. A., Tobon, L. E., Aranda, J. M., . . . Bayona, C. J. (2017). A Novel Application for Identification of Nutrient Deficiencies in Oil Palm Using the Internet of Things. *IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering*, 169-172.
- Devechio, F. S., Luz, P. C., Romualdo, L. M., Herling, V. R., Marin, M. A., Bruno, O. M., & Zuñiga, Á. G. (2022). Calcium Deficiency Diagnosis in Maize Leaves Using Imaging Methods Based on Texture Analysis. *Journal of Agricultural Science*, 14(3), 181-190.

- Fu, J., Liu, J., Zhao, R., Chen, Z., Qiao, Y., & Li, D. (2022). Maize disease detection based on spectral recovery from RGB images. *Plant Science*, 1-12.
- Haque, M., & Marwaha, S. (2022). Deep learningbased approach for identification of diseases of maize crop. *Scientific reports*, 12(6334), 1-14.
- Ibrahim, S., & Hasan, N. (2022). Palm leaf nutrient deficiency detection using convolutional neural network (CNN). *International Journal Of Nonlinear Analysis And Applications*, 13(1), 1949-1956.
- Jose, A., Nandagopalan, S., Ubalanka, V., & Viswanath, D. (2024). Detection and classification of nutrient deficiencies in plants using machine learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-14.
- Kusumo, B. S., Heryana, A., Mahendra,, O., & Pardede, H. F. (2018). Machine Learning-based for Automatic Detection of Corn-Plant Diseases Using Image Processing. *International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications*, 93-97.
- Lavanya, M. (2022). Deep Learning For Identification Of Plantnutrient Deficiencies. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13(9), 3284-3291.
- Leena, N., & Saju, K. K. (2018). Classification of Macronutrient Deficiencies in Maize Plant Using Machine Learning. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 8(6), 4197-4203.
- Leena, N., & Saju, K. K. (2019). Classification of macronutrient deficiencies in maize plants using optimized multi class support vector machines. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 12, 126-139.
- Liu, Z., Du, Z., Peng, Y., Tong, M., Liu, X., & Chen, W. (2020). Study on Corn Disease Identification Based on PCA and SVM. *Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference*, 1-4.
- Luz, P., Marin, M., Devecchio, F., Romualdo, L., Zuñiga, A., Oliveira, M., . . . Bruno, O. (2018). Boron Deficiency Precisely Identified on Growth Stage V4 of Maize Crop Using Texture Image Analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1-11.
- Mahesh, B. (2018). Machine Learning Algorithms - A Review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 9(1), 381-386.
- Masood, M., Nawaz, M., Nazir, T., Javed, A., Alkanhel, R., Elmannai, H., . . . Bourouis, S. (2023). MaizeNet: A Deep Learning Approach for Effective Recognition of Maize Plant Leaf Diseases. *IEEE Access*, 11, 52862-52876.

- Panigrahi, K. P., Sahoo, A. K., & Das, H. (2020). A CNN Approach for Corn Leaves Disease Detection to support Digital Agricultural System. *Proceedings of the Fourth International Conference on Trends in Electronics and Informatic*, 678-683.
- Patnaik, N. P., & Kamesh, A. (2023). Plant Nutrient Deficiency Using Mobilenet. *International Journal for Research Trends and Innovation*, 8(3), 634-.
- Qiu, Z., Ma, F., Zhenwang, L., Xu, X., Ge, H., & Du, C. (2021). Estimation of nitrogen nutrition index in rice from UAV RGB images coupled with machine learning algorithms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 189, 1-9.
- Rahadiyan, D. (2023). Feature aggregation for nutrient deficiency identification in chili based on machine learning. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 8, 77-90.
- Ramos-Ospina, M., Gomez, L., Trujillo, C., & Marulanda-Tobón, A. (2024). Deep Transfer Learning for Image Classification of Phosphorus Nutrition States in Individual Maize Leaves. *Electronics*, 13(16), 1-18.
- Romualdo, L. M., Luz, P. H., Baesso, M. M., Bet, J. A., & Devechio, F. F. (2018). Spectral indexes for identification of nitrogen deficiency in maize. *Revista Ciência Agronômica*, 49(2), 183-191.
- Sabri, N., Kassim, N. S., Ibrahim, S., Roslan, R., Mangshor, N., & Ibrahim, Z. (June 2020). Nutrient deficiency detection in Maize (*Zea mays* L.) leaves using image processing. *IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI)*, 9(2), 304~309.
- Santillan, D. O. (2020, Enero 15). *Foro Consultivo Científico y Tecnológico*, AC. Retrieved from Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC: <https://www.foroconsultivo.org.mx/INCyTU/index.php/notas/sociedad/94-15-agricultura-de-precision-n-2>
- Santillán, O. (2018). Agricultura de Precisión. *INCyTU*, 15, 1-6.
- Sari, Y., Maulida, M., Maulana, R., Wahyudi, J., & Shalludin, A. (2021). Detection of Corn Leaves Nutrient Deficiency Using Support Vector Machine (SVM). *4th International Conference on Computer and Informatics Engineering*, 1-6.
- Sridevy, S., & Vijendran, A. S. (2014). Analysis of Maize Crop Leaf using Multivariate Image Analysis for Identifying Soil Deficiency. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 8(19), 2071-2081.
- Sulistyo, S., Wu, D., Woo, W. L., Dlay, S. S., & Gao, B. (July 2018). Computational Deep Intelligence Vision Sensing for Nutrient Content Estimation in Agricultural Automation. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 15(3), 1243-1257.
- Sun, Y., Tong, C., He, S., Wang, K., & Chen, L. (2018). Identification of Nitrogen,

- Phosphorus, and Potassium Deficiencies Based on Temporal Dynamics of Leaf Morphology and Color. *Sustainability*, 10(762), 1-14.
- Tebes, G. (2019). Especificación del Modelo de Proceso para una Revisión Sistemática de Literatura . Specifying the Process Model for a Systematic Literature Review. *Conference: XXII Conferencia Iberoamericana en Software Engineering*. La Habana Cuba.
- Tenaye, F., Diriba , C., & Bedaso, M. (2022). Coffee Arabica Nutrient Deficiency Detection System Using Image Processing Techniques. *Journal Of Scientific & Technical Research*, 46(4), 37601-37606.
- Tran, T.-T., Choi , J.-W., Huynh, T.-T. L., & Kim, J.-W. (2019). A Comparative Study of Deep CNN in Forecasting and Classifying the Macronutrient Deficiencies on Development of Tomato Plant. *Applied Sciences*, 9, 1601-1620.
- Using Deep Convolutional Neural Networks for Image-Based Diagnosis of Nutrient Deficiencies in Rice. (2020). *Computational Intelligence and Neuroscience*, 1-12.
- Wang, Y., Hu, X., Hou, Z., Ning, J., & Zhang, Z. (April 2018). Discriminate nitrogen fertilizer levels in tea plants by HSI. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 98(12), 1-25.
- Zermas, D., Nelson, H. J., Stanitsas, P., Morellas, V., Mulla, D. J., & Papanikolopoulos, N. (2021). A Methodology for the Detection of Nitrogen Deficiency in Corn Fields Using High-Resolution RGB Imagery. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 18(4), 1879-1891.



Ciencias Sociales

upoylas

VOLVER AL ÍNDICE
S ELAIO DI

Evaluación ergonómica para la mejora de condiciones posturales: El bienestar en los trabajadores y su importancia en la productividad

Ergonomic evaluation for the improvement of postural conditions: Well-being in workers and its importance in productivity

Lidilia Cruz-Rivero
Ernesto Lince-Olgún

TECNM ITS DE TANTOYUCA
Autor de correspondencia: lilirivero@gmail.com

Ángela Aurora Gutiérrez-Salas
TECNM ITS DE CD. MADERO

Resumen

Promover el bienestar de los trabajadores es esencial para incrementar la productividad. La evaluación ergonómica es clave para mejorar las condiciones posturales en cualquier empresa. En este estudio de caso, se aplicó una evaluación ergonómica en una empresa de implementos agrícolas, revelando la necesidad de adaptar el entorno laboral a las capacidades físicas de los empleados. Esto reduce el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y mejora la comodidad y eficiencia en el trabajo. Optimizar posturas y movimientos en la fabricación de implementos agrícolas previene la fatiga y el estrés físico, aumentando la satisfacción laboral y reduciendo el ausentismo por problemas de salud. Este impacto positivo no solo beneficia a los trabajadores individualmente, sino que también mejora el rendimiento general de la empresa. Se analizó la situación de los empleados en una empresa del norte de Veracruz, México, utilizando el método REBA, diseñado para evaluar riesgos ergonómicos en la parte superior del cuerpo. La evaluación abarcó las actividades de pintura y soldadura. Los resultados mostraron que los niveles de riesgo ergonómico son altos, debido a posturas

que afectan principalmente el cuello y los brazos. Estas posturas inadecuadas pueden causar problemas de salud como dolor de espalda y otros trastornos musculoesqueléticos, además de incumplir las normas NOM-001-STPS-2008 y NOM-006-STPS-2014, relacionadas con condiciones mínimas de seguridad y salud. Por lo tanto, es crucial implementar modificaciones en las tareas para mejorar el bienestar de los empleados.

Palabras Clave: Ergonomía, Métodos Ergonómicos, Bienestar, Productividad.

Abstract

Promoting worker well-being is essential for increasing productivity. In this case study, an ergonomic evaluation was conducted at an agricultural implements company, revealing the need to adapt the work environment to the physical capabilities of employees. This reduces the risk of musculoskeletal injuries and enhances comfort and efficiency at work. Optimizing postures and movements in the manufacturing of agricultural implements helps prevent fatigue and physical stress, leading to greater job satisfaction and reduced absenteeism due to health issues. This positive impact not only benefits workers individually but also improves the overall performance of the company. The situation of employees at a company in northern Veracruz, Mexico, was analyzed using the REBA method, designed to assess ergonomic risks, in the upper body. The assessment covered painting and welding activities. The results showed that ergonomic risk levels are high, due to postures that mainly affect the neck and arms. These inadequate postures can lead to health problems such as back pain and other musculoskeletal disorders, as well as non-compliance with NOM-001-STPS-2008 and NOM-006-STPS-2014 regulations, which relate to minimum safety and health conditions. Therefore, it is crucial to implement task modifications to improve employee well-being.

Keywords: Ergonomics, Ergonomic Methods, Well-being, Productivity

Introducción

Un puesto de trabajo es el entorno donde una o varias personas realizan una actividad regulada, supervisada y controlada durante al menos una tercera parte del día. Si el puesto de trabajo resulta incómodo, monótono, agotador, desagradable, nocivo o peligroso, puede degradar la calidad del trabajo, provocar enfermedades, e incluso poner en riesgo la vida de los trabajadores. En un estudio de Sundstrup, Seeberg, Bengtsen y Andersen (2020), se destaca que la implementación de principios ergonómicos en estaciones de trabajo puede disminuir significativamente el riesgo de trastornos musculoesqueléticos, que son comunes en ambientes laborales donde las posturas inadecuadas y la repetición de movimientos predominan. Es importante destacar la mejora en la productividad con relación a la aplicación de métodos ergonómicos y el bienestar de los trabajadores, lo cual ha sido objeto de numerosos estudios. Un ejemplo es el análisis realizado por Heidarimoghadam *et al.* (2022), respecto a que la adaptación ergonómica de estaciones de trabajo no solo mejora la salud de los empleados, sino que también incrementa la eficiencia y la satisfacción laboral; este estudio demuestra que los ajustes ergonómicos como sillas ajustables, mesas de trabajo en altura regulable y herramientas ergonómicas pueden llevar a un aumento en la productividad y una reducción en el tiempo perdido.

La ergonomía también tiene un impacto significativo en el bienestar general de los trabajadores; en un estudio realizado por Wang *et al.* (2023), se encontró que las mejoras ergonómicas en las estaciones de trabajo contribuyen a una mayor satisfacción laboral y una reducción en el estrés, creando un entorno de trabajo más positivo y saludable. La investigación resalta que los ajustes ergonómicos no solo benefician la salud física, sino que también influyen positivamente en el estado emocional y mental de los empleados. Según Griffiths *et al.* (2024), la aplicación de métodos ergonómicos para la mejora de condiciones puede resultar en ahorros significativos a largo plazo al reducir los costos asociados con lesiones laborales y ausentismo.

El método REBA (evaluación rápida del cuerpo), del inglés *rapid entire body assessment*, es un método sistemático diseñado para evaluar riesgos ergonómicos en una gama más amplia de posturas corporales en comparación con el RULA. Desarrollado por Hignett y McAtamney en 2000, REBA se centra en la evaluación

de posturas y movimientos en todo el cuerpo, proporcionando una herramienta eficaz para identificar y mitigar riesgos en una variedad de entornos laborales; los procedimientos utilizados actualmente en las mediciones que se efectúan sobre las posturas adoptadas por el trabajador son esencialmente angulares (Diego-Más, 2015). REBA es particularmente útil para evaluar tareas que involucran movimientos y posturas complejas, que no siempre son bien capturadas por otras herramientas de evaluación; un estudio de Fathallah y Brouwer (2011) demuestra que el REBA puede evaluar de manera efectiva las posturas complejas y los movimientos dinámicos, proporcionando una evaluación más completa del riesgo en tareas que implican múltiples factores ergonómicos.

En México, la regulación de la seguridad y la salud en el trabajo está dirigida por una serie de normas oficiales mexicanas (NOM) emitidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). Estas normas establecen los requisitos mínimos que deben cumplir los empleadores para garantizar condiciones seguras y saludables en el entorno laboral. Entre las normas más relevantes se encuentran la NOM-001-STPS-2008 y la NOM-006-STPS-2014. Cada una aborda aspectos específicos de la seguridad en el trabajo, contribuyendo a la protección de los trabajadores y la prevención de riesgos laborales. El cumplimiento de estas normas es crucial para la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales. Según un estudio de López y González (2015), la implementación efectiva de las medidas establecidas en la NOM-001-STPS-2008 contribuye significativamente a la reducción de incidentes laborales y mejora la cultura de seguridad dentro de las organizaciones.

El objetivo principal de la NOM-006-STPS-2014 es prevenir trastornos musculoesqueléticos mediante la adecuada planificación del trabajo y la implementación de medidas correctivas y preventivas. La norma establece directrices para la evaluación ergonómica, la adaptación de los puestos de trabajo y la capacitación de los trabajadores en técnicas de manejo seguro; según Pérez y Martínez (2016), la aplicación de la NOM-006-STPS-2014 ayuda a minimizar estos riesgos y mejora la salud y el bienestar de los trabajadores, lo que también puede reducir los costos asociados con lesiones y ausencias laborales.

Metodología

En este estudio se lleva a cabo una investigación de tipo cuantitativo y descriptivo, centrado en el análisis de los procesos de soldadura y mantenimiento en una empresa de construcción de implementos agrícolas ubicada en el norte del estado de Veracruz. El objeto de estudio es el grupo de trabajadores que realiza los procesos antes descritos. Los trabajadores son sometidos a una evaluación ergonómica utilizando el método REBA, el cual divide el cuerpo dos grupos, el Grupo A (piernas, el tronco y el cuello) y el Grupo B, que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas). A través de tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada segmento corporal evaluado y en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B. Posteriormente, las puntuaciones globales son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad del agarre de objetos con la mano, así como también la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados. El valor final proporcionado por el método REBA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de ahí que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de DTA'S (Hignett & McAtamney, 2000).

Se seleccionarán las posturas que presenten una mayor carga, ya sea por su duración, frecuencia o desviación respecto a la posición neutra. Para una determinada postura, REBA obtendrá una puntuación a partir de la cual se establece un determinado nivel de actuación. El nivel de actuación indicará si la postura es aceptable o en qué medida son necesarios cambios o rediseños en el puesto. El Método REBA indica lo siguiente (Diego-Más, 2015):

- 1) Se observa al trabajador durante 10 ciclos.
- 2) Se seleccionan las posturas que se evaluarán.
- 3) Se seleccionan aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural, bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presenten mayor desviación respecto a la posición neutra.
- 4) Se analizan las fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones.

5) Se determinan las puntuaciones para cada parte del cuerpo empleando la tabla correspondiente a cada miembro al efectuar el proceso de soldadura, y verificar el cumplimiento a las normas NOM-001-STPS-2008, NOM-006-STPS-2014 y NOM-007-STPS-2000, con la finalidad de que no se adopten malas posturas que ocasionen desórdenes por trauma acumulativos (DTA's), obteniendo así una mayor productividad y eficacia en el proceso de soldadura.

Evaluación del Grupo A (Tronco, cuello y piernas)

La puntuación del tronco se determina mediante la tabla 1, que depende básicamente del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical.

Tabla 1. Puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión > 20° y ≤ 60° o extensión > 20°	3
Flexión > 60°	4

La puntuación obtenida aumentará en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco (tabla 2).

Tabla 2. Modificación de la puntuación del tronco.

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	+1

Se obtiene de la medición del ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco, (tabla 3).

Tabla 3. Puntuación del cuello.

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

La puntuación obtenida, aumentará en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza (tabla 4).

Tabla 4. Modificación de la puntuación del cuello.

Posición	Puntuación
Cabeza rotada o con inclinación lateral	+1

La asignación de puntos dependerá de la distribución del peso entre piernas y los apoyos existentes (tabla 5).

Tabla 5. Puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

La puntuación incrementará de acuerdo con los casos presentados en la tabla 6.

Tabla 6. Incremento de la puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	+1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	+2

Evaluación del Grupo B (Brazo, antebrazo y muñeca)

Se obtiene la puntuación a partir de los ángulos derivados del movimiento de flexión y extensión del brazo y el eje del tronco (ver tabla 7).

Tabla 7. Puntuación del brazo.

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

La puntuación se verá afectada de acuerdo con la tabla 8.

Tabla 8. Modificación de la puntuación del brazo.

Posición	Puntuación
Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Mediante la tabla 9, se obtiene la puntuación del antebrazo.

Tabla 9. Puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

En la tabla 10 se describe la puntuación a asignar con base al ángulo de flexión/extensión.

Tabla 10. Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

A partir de la puntuación A y B, se evalúa nuevamente empleando la tabla 17, y así obtener a puntuación C.

Tabla 11. Puntuación C.

Puntuación B												
Puntuación A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Resultados y discusión

De acuerdo con la puntuación final, se establecen los niveles de actuación, la puntuación será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable, mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado, por lo que se debería actuar de inmediato.



Figura 1. Posturas analizadas con el método REBA.

La figura 1 muestra algunas de las posturas evaluadas con el método REBA, considerando los ángulos relevantes en cada imagen. La tabla 12 muestra los niveles de actuación según la puntuación final.

Tabla 12. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida (Hignett & McAtamney, 2000).

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria la actuación.
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 13. Evaluación.

Evaluación del Grupo A			Evaluación del Grupo B		
Tronco	Cuello	Piernas	Brazo	Antebrazo	Muñeca
5	3	4	3	2	2
Puntuación global:		9	Puntuación global:		5
Carga o fuerzas ejercidas:		+ 0	Calidad del agarre:		+ 1
Puntuación A:		9	Puntuación B:		6
Puntuación C:		12	Tipo de actividad muscular:		3
Puntuación final:				10 + 3 = 13	
Nivel de actuación:	4	Riesgo:	Muy alto	Actuación:	Es necesaria la actuación de inmediato.

En la tabla 13 se aprecia la evaluación de posturas anteriormente mostradas, se observa que es necesaria la actuación inmediata, lo cual implica la modificación de la postura. El estudio revela que los niveles de riesgo ergonómico en las actividades analizadas son, en algunos casos, altos, especialmente en lo que respecta a la carga postural asumida por los trabajadores. La aplicación del método REBA ha indicado zonas del cuerpo vulnerables, lo que aumenta el riesgo de lesiones. Este análisis ha demostrado que los trabajadores están expuestos al desarrollo de trastornos traumáticos acumulativos en el brazo, antebrazo y codo, señalando que las actividades realizadas son poco ergonómicas. A partir de los resultados de esta investigación, se propone elaborar un análisis de riesgo que incorpore el cumplimiento de las NOMs en el área de trabajo, con el objetivo de evaluar y mitigar el nivel de riesgo ergonómico en los trabajadores. Es importante destacar que este análisis es una propuesta que se fundamenta en la normativa vigente, tanto a nivel nacional como internacional, aunque debe ser

adaptado a las características específicas de cada empresa y las actividades que se deseen evaluar. Asimismo, es fundamental realizar un seguimiento oportuno para garantizar la efectividad de las medidas implementadas.

Conclusiones

El método REBA se destaca por su capacidad para proporcionar una evaluación integral de los riesgos ergonómicos asociados con las posturas y movimientos en todo el cuerpo. Su adaptabilidad a una amplia gama de tareas y entornos laborales, junto con su eficacia en la prevención de lesiones musculoesqueléticas, lo convierte en una herramienta valiosa para mejorar la ergonomía en el lugar de trabajo. La ergonomía, como disciplina dedicada a la optimización del entorno laboral para mejorar la eficiencia y el bienestar del trabajador, juega un papel crucial en la prevención de trastornos musculoesqueléticos y la promoción de la salud en el trabajo. El REBA se destaca como una herramienta efectiva para evaluar y mejorar las condiciones ergonómicas en el lugar de trabajo. Además, el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) relacionadas con la seguridad y salud laboral es fundamental para garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable. Este texto científico explora las ventajas del método REBA, su impacto en la mejora de las condiciones laborales, y la importancia del cumplimiento normativo en México. Una de las principales ventajas del método REBA es su capacidad para proporcionar una evaluación integral de los riesgos ergonómicos asociados con las posturas y movimientos del cuerpo entero. A diferencia de otras herramientas que se centran únicamente en los miembros superiores, el REBA considera la postura completa del cuerpo, incluyendo el torso y las piernas, lo que permite una identificación más exhaustiva de los riesgos potenciales (Hignett & McAtamney, 2000). Esta evaluación es crucial en entornos laborales que requieren posturas complejas y movimientos extensos. Implementar cambios basados en las recomendaciones del REBA puede resultar en una mejora significativa en la productividad y el bienestar de los trabajadores. Un entorno de trabajo ergonómicamente optimizado no solo reduce el riesgo de lesiones, sino que también aumenta la comodidad y la eficiencia en las tareas realizadas, lo que lleva a una mayor satisfacción laboral y un rendimiento mejorado.

En México, el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo es fundamental para garantizar condiciones laborales seguras y saludables. Normas como la NOM-001-STPS-2008, NOM-006-STPS-2014 y NOM-007-STPS-2000 establecen requisitos específicos que deben ser cumplidos para proteger a los trabajadores y prevenir accidentes y enfermedades laborales. El cumplimiento de las NOM asegura que las empresas se adhieran a los estándares legales establecidos para la seguridad y salud en el trabajo. Esto no solo evita sanciones y multas, sino que también asegura que las prácticas laborales estén alineadas con las mejores prácticas y estándares internacionales (STPS, 2008; STPS, 2014; STPS, 2000). La implementación efectiva del REBA, junto con el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas, asegura un entorno laboral seguro y saludable. La integración de estas prácticas no solo cumple con los requisitos legales, sino que también promueve una cultura de seguridad y salud en el trabajo, beneficiando tanto a los trabajadores como a las organizaciones. Para mejorar la productividad, es crucial que las empresas inviertan en soluciones ergonómicas adecuadas y capacitación en buenas prácticas posturales. La implementación de estas medidas puede crear un entorno de trabajo más saludable y eficiente, lo que, a su vez, contribuirá a mejorar el rendimiento general de la empresa.

Bibliografía

- Ciriello, V. M., & Garg, A. (2004). Evaluation of ergonomic risk factors for upper extremity musculoskeletal disorders using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) method. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(1), 71-80.
- Diego-Más, J.A. Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Fathallah, F. A., & Brouwer, A. M. (2011). Evaluation of complex postural tasks using REBA. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(4), 289-296.
- Griffiths, S., et al., 2024. Economic Benefits of Ergonomic Interventions in the Workplace. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 70(1), 56-64).
- Heidarimoghadam, R., Mohammadfam, I., Babamiri, M., Soltanian, A. R., Khotan-

- lou, H., & Sohrabi, M. S. (2022). What do the different ergonomic interventions accomplish in the workplace? A systematic review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(1), 600-624.
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.
- López, J., & González, M. (2015). Impacto de la implementación de normas de seguridad en la reducción de accidentes laborales. *Revista Mexicana de Seguridad y Salud en el Trabajo*, 10(2), 45-53.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). NOM-001-STPS-2008: Condiciones mínimas de seguridad y salud en los trabajos. *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.dof.gob.mx/>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2014). NOM-006-STPS-2014: Prevención y protección contra riesgos ergonómicos en los trabajos. *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.dof.gob.mx/>
- Pérez, A., & Martínez, R. (2016). Prevención de trastornos musculoesqueléticos mediante la aplicación de normas ergonómicas. *Journal of Occupational Health*, 58(4), 123-130.
- Sundstrup, E., Seeberg, K. G. V., Bengtsen, E., & Andersen, L. L. (2020). A systematic review of workplace interventions to rehabilitate musculoskeletal disorders among employees with physical demanding work. *Journal of occupational rehabilitation*, 30(4), 588-612.
- Wang, Y., et al., 2023, The Effect of Ergonomic Improvements on Employee Well-being: A Longitudinal Study, *Journal of Occupational Health*, 65(4), 320-330).

El maíz: Una perspectiva diacrónica

Maize: A diachronic perspective

María Arnaud Salas

Investigadora Posdoctorante CONAHCYT/

Instituto de Antropología - Universidad Veracruzana

Correspondencia: arnaudsalasmaria@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es reflexionar sobre el maíz y su impacto biocultural en los seres humanos y el medio ambiente, así como reconocer los procesos, continuidades y transformaciones del maíz en México. El maíz ha sido un elemento importante en la alimentación y cultura de los mexicanos; su domesticación ha requerido miles de años en un complejo proceso de coevolución entre el ser humano y el ambiente, convirtiéndolo en uno de los granos que se han consumido desde épocas tempranas hasta la actualidad. Esto ha dado lugar a una gran cantidad de variedades genéticas, que responden a factores ambientales, preferencias y prácticas sociales, en un sistema de agrocultivo sustentable como la milpa. Los resultados de esta investigación bibliográfica indican que, a lo largo del tiempo, la variedad de maíces y el sistema de la milpa han enfrentado diversos desafíos que han tenido un impacto significativo en la preservación de recursos, así como en la alimentación y la salud.

Palabras clave: Maíz, biocultural, Mesoamérica, procesos bioculturales, análisis diacrónico.

Abstract

The aim of this work is to reflect on maize and its biocultural impact on humans and the environment, as well as to recognize the processes, continuities, and transformations of maize in Mexico. Maize has been an important element in the diet and culture of Mexicans; its domestication has required thousands of years in a complex process of co-evolution between humans and the environment, making

it one of the grains that have been consumed from early times to the present. This has led to a wide variety of genetic types, which respond to environmental factors, preferences, and social practices, in a sustainable agro-cultivation system such as the milpa. The results of this bibliographic research indicate that, over time, the variety of maize and the milpa system have faced various challenges that have had a significant impact on the preservation of resources, as well as on food and health.

Keywords: Maize, Mesoamérica, Biocultural processes, diachronic analysis.

Introducción

En la actualidad, el maíz es uno de los granos más consumidos en México, siendo parte fundamental de la dieta diaria del 80% de la población. A nivel mundial, México se posiciona, actualmente, como el séptimo país en producción de maíz. Para comprender la importancia de esta relación, es fundamental conocer los procesos que han permitido su permanencia y plantear algunas preguntas: ¿cómo y dónde surgió el maíz? ¿Fue la base de la alimentación de todos los pueblos mesoamericanos? ¿Cuáles eran las formas de consumo del maíz en el pasado? Estas interrogantes son esenciales para entender el proceso de domesticación y adaptación del maíz a diversas condiciones ambientales, así como su contribución a la nutrición y su relevancia cultural y social.

En México existen 64 razas de maíz, reconocidas por su diversidad genética, que se reflejan en sus características fenotípicas (CONABIO, 2020). A lo largo del tiempo, la gran adaptabilidad del maíz a distintos ambientes y la selección del grano por parte de las personas, ha dado lugar a una amplia variedad de maíces, resultado del conocimiento, la conservación y reproducción de semillas, permitiendo a los seres humanos obtener características deseadas, como tamaño, color, sabor y resistencia a plagas, adaptándose a las necesidades ambientales, sociales y gustos de las poblaciones. Entre las variedades, se encuentran el maíz blanco, amarillo, rojo y morado, cada uno con características y usos específicos en la cocina, agricultura e industria; además, se han desarrollado tecnologías para maximizar la absorción de nutrientes y su producción, situándolo como un elemento integral de la sociedad.

La importancia de adoptar una perspectiva diacrónica radica en reconocer los procesos bioculturales que ha experimentado el maíz a lo largo del tiempo y su persistencia hasta la actualidad. Esta perspectiva nos ayuda a entender que estas prácticas han sido perfeccionadas y transmitidas a través de muchas generaciones, influyendo en los actuales procesos de producción (Tuxill y Nabhan, 2001) mostrando continuidades y transformaciones que impactan en la actualidad.

Metodología

La investigación se llevó a cabo a través de una revisión bibliográfica, que implicó la búsqueda, recopilación, organización, evaluación e interpretación de los datos bibliográficos. Se relacionaron datos sobre las condiciones ecológicas, las técnicas de aprovechamiento de recursos, las investigaciones arqueológicas y las transformaciones actuales del maíz. La importancia de este método, es que ofrece una perspectiva amplia y sistemática al integrar diversas fuentes que abarcan una extensa variedad de fenómenos, lo que permite analizar desde un espacio-tiempo con mayor amplitud.

Resultados y discusión

La domesticación del maíz ha sido un proceso que inició en México a partir del teocintle, la planta más cercana biológicamente al maíz. Por ello, se le considera el ancestro a partir del cual se dio el proceso de domesticación (Beadle, 1939; Matsuoka *et al.*, 2002; Kato, 2016, entre otros). Existen diversas teorías sobre el surgimiento del maíz; las más conocidas son la del origen unicéntrico, que sugiere que el maíz se originó a partir de un solo evento en la región del Balsas, y la del origen multicéntrico, que sostiene que el maíz se originó en distintos centros geográficos y en momentos diferentes. Investigaciones recientes, a través de granos de almidón analizados en cálculos dentales de restos óseos humanos de distintos contextos precerámicos, han mostrado que la utilización y el consumo de teocintle (*Zea mays* spp. *parviglumis* y *Zea mays* spp. *mexicana*) por parte de los seres humanos comenzó a finales del Pleistoceno, hace aproximadamente 11,000 años, en diversas áreas, como la región del Balsas, el altiplano y Chiapas. Proponiendo que, desde finales del Pleistoceno y durante el Holoceno, la alimen-

tación de los primeros pobladores de México incluyó el consumo de plantas silvestres, como el téocintle y el maíz (Cruz Palma, 2022).

Se piensa que el maíz, al inicio de su domesticación, se consumía de forma secundaria como bebida, posiblemente fermentada. La evidencia de almidones indica el procesamiento del maíz por medio de alteraciones térmicas (hervidos y tostados), posiblemente para la elaboración de harinas utilizadas en bebidas (Cruz, 2022; Iltis, 2000; Vargas, 2007). Poco a poco, aumentó gradualmente el ancho de la mazorca hasta alcanzar su mayor tamaño, tal como hoy lo conocemos en diversas áreas y se usó de diversas formas. Sin embargo, no necesariamente sus usos se desarrollaron de la misma manera, ni sus formas de consumirlo, pues cada población ha hecho uso del maíz de acuerdo a sus recursos, a veces con dietas mixtas y diversificadas, dependiendo de los alimentos disponibles, el medio ambiente en cada región geográfica y de la cultura de cada población (Arnaud 2002).

En sitios con ecosistemas de humedales, se ha observado una subsistencia que implica estrategias adaptativas para la diversificación de recursos, donde el maíz no es la base de la alimentación. Un ejemplo de esto son las investigaciones llevadas a cabo en restos óseos humanos mediante el análisis de isótopos estables en dos poblaciones de la Costa del Golfo, en un ecosistema de humedales, y en dos poblaciones del altiplano Central, todas pertenecientes al periodo Preclásico. Se observó que el consumo de plantas C4 era mayor en el altiplano. Esta evidencia se encuentra como huella isotópica de carbono-13 en los huesos de los individuos, indicando la ingesta de una dieta en donde la flora tipo C4, posiblemente maíz, conformaba entre el 80% y el 90%. En cambio, los individuos de la Costa del Golfo presentaron un 50-70% de consumo de plantas C4 y un 30-50% de plantas C3, posiblemente túberculos de acuerdo a los restos de fitolitos, mostrando una mayor variabilidad en los tipos de alimentos consumidos (Arnaud, 2022; Cyphers *et al.*, 2013).

Por otro lado, en México, se han realizado investigaciones sobre el maíz desde diversas disciplinas, explorando su impacto en la biología humana y su importancia nutricional. Como principal fuente de carbohidratos, el maíz aporta calor y energía a nuestras células y órganos, además de participar en el metabolismo de las grasas. Su consumo prolongado ha influido en nuestras preferencias por los productos derivados de este grano, y, como proponen Ojeda y Panduro (2013),

el genoma de las poblaciones mexicanas refleja las adaptaciones culturales y alimentarias asociadas.

Así, la diversidad del maíz y el conocimiento que los seres humanos adquirieron e implementaron a lo largo del tiempo. En cuanto a la producción y procesamiento del maíz, fomentó aprendizajes bioculturales y condujo a la elaboración de utensilios, de tecnologías y biotecnologías¹. Un ejemplo de tecnología agroecológica es la milpa, un sistema de policultivo en el que se cultivan legumbres como el frijol, esencial para la fijación de nitrógeno (Segundo *et al.*, 2016). En diversas regiones de México, se siembran distintos tipos de frijoles y calabazas, y otras plantas, entre ellas el maíz, tanto antes como durante y después de la siembra. Esto no solo satisface las necesidades alimentarias, sino que también enriquece las tradiciones culturales a través de rituales y festividades, además de cubrir los requerimientos nutritivos de las poblaciones durante el año (Aguilar *et al.*, 2003).

Otro ejemplo es la biotecnología de la nixtamalización, un proceso que se originó en Mesoamérica, aunque su inicio exacto aún no está claro. Este proceso consiste en cocer el maíz en una solución alcalina, generalmente agua con cal, aunque también se ha propuesto el uso de cenizas como material alcalino (Lagunas-Tejeda *et al.*, 2021). La nixtamalización mejora la biodisponibilidad de nutrientes como el calcio, aminoácidos y niacina, favoreciendo además la digestión y la absorción de estos nutrientes, al tiempo que aporta un sabor característico y una textura suave (Iltis, 2000; Vargas, 2007). Gracias a este proceso, la masa de maíz se transforma en tortillas, lo que favorece la absorción de triptófano y aumenta la disponibilidad de vitamina B3, ayudando a prevenir la pelagra.

Si bien durante la época prehispánica estos conocimientos —y muchos otros que sería imposible mencionar en este artículo— se transmitieron y transformaron a lo largo de múltiples generaciones, resultando en una gran diversidad de variedades de maíz y en la creación de diversas herramientas, utensilios y tecnologías para el aprovechamiento de diferentes alimentos. Fue en la colonia cuando se produjo una transformación aún mayor con la introducción de una variedad de alimentos, instrumentos y técnicas que facilitaron el cultivo en diversas áreas. El uso del arado, por ejemplo, permitió trabajar el fondo arcilloso de algunos valles.

¹ “Toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos así como sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos” definición de biotecnología del Convenio de la Diversidad Biológica de 1992 y la Ley Mexicana sobre Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de 2013.

Además, se incorporaron y se dio prioridad a nuevas especies de plantas como el trigo, arroz, cebada, avena, plátano, hortalizas y cítricos, así como animales como los gusanos de seda, reses, caballos, borregos, cerdos, gallinas y cabras, entre otros (Hernández X., 1985).

Mas tarde, durante los siglos XIX y XX, las dietas indígenas fueron objeto de críticas, y se menospreciaron sus alimentos en favor de otros, relegando al maíz como el alimento de las clases campesinas, indígenas y populares de México (Pedroza, 2023).

Sin embargo, con la lucha revolucionaria y el proyecto moderno de Estado, se convirtió al grano en una de las bases de la cultura mexicana. Durante el periodo de 1937 a 1961, los diferentes gobiernos mexicanos utilizaron la dimensión cultural y ancestral del maíz, superadas las controversias en torno a su calidad nutritiva y utilizando los beneficios de la investigación agrícola, para incentivar su producción y consumo entre la población, así como su exportación a otros países, con el fin de convertirlo en una mercancía que incorporaría al campesinado a la economía nacional. Por ello, fue importante el diseño de campañas a favor de este grano en diversos medios de comunicación, que buscaron exaltar la idea del alimento ancestral que era la base de la alimentación y símbolo de la cultura mexicana (Pedroza, 2023:40).

En la actualidad, los métodos de cultivo han experimentado cambios significativos, con un enfoque creciente en la producción masiva de alimentos. Este sistema alimentario moderno, surgido a mediados del siglo XX gracias a la Revolución Verde², ha incrementado tanto la productividad como la producción de alimentos. Sin embargo, ha resultado en la sustitución y modificación de la diversidad de maíces, dando paso a variedades híbridas y homogéneas orientadas a un alto rendimiento (Carrillo, 2016; Velázquez *et al.*, 2021). El monocultivo, al no incorporar leguminosas cruciales para la fijación de nitrógeno, requiere el uso de paquetes tecnológicos que incluyen plaguicidas y fertilizantes. Esta práctica, que demanda grandes cantidades de nitrógeno, ha llevado

2 La Revolución Verde, durante los años 50, tuvo como finalidad generar altas tasas de productividad agrícola sobre la base de una producción extensiva de gran escala y el uso de alta tecnología. En los años noventa, se anunció una nueva revolución verde: la revolución genética, que uniría a la biotecnología con la ingeniería genética, promoviendo de esta manera transformaciones significativas en la productividad de la agricultura mundial (Ceccon, 2008).

al abandono de la milpa. Como resultado, se generan impactos negativos en el medio ambiente, la cultura, la biología y la salud humana.

Con base en esta síntesis hemos podido observar algunos de los procesos relacionados con el maíz que llevaron a su consumo, a la creación de tecnologías y biotecnologías. Estas han experimentado transformaciones a lo largo de miles de años, algunas conservando características y otras siendo completamente modificadas por nuevas innovaciones. Estas transformaciones están intrínsecamente ligadas a acontecimientos históricos y sociales que reflejan cambios ambientales, culturales y sociales. Sin embargo, es fundamental repensar estos procesos y sus aportes, considerar cómo han influido en la relación entre las sociedades, el maíz y los recursos naturales en general. Reflexionar sobre su evolución nos permite apreciar no solo su importancia como alimento, sino también su papel en la cultura y en el desarrollo sostenible de las sociedades.

Conclusiones

El impacto biocultural del maíz en el medio ambiente y en los seres humanos es innegable, reflejado en procesos como la domesticación, que comenzó hace aproximadamente 11,000 años y en las tecnologías que han facilitado la biodisponibilidad de nutrientes, así como su producción, reproducción y consumo del maíz. Sin embargo, los usos del maíz no se desarrollaron de la misma manera en todas las poblaciones. Variaron según los recursos disponibles y se integraron a veces en dietas mixtas y diversificadas, dependiendo de la disponibilidad de alimentos, el medio ambiente de cada región, la tecnología, la cultura y el momento histórico de cada población.

Adoptar una perspectiva diacrónica es fundamental para reconocer los procesos bioculturales que ha experimentado el maíz a lo largo del tiempo y su persistencia en la actualidad. Estas prácticas han sido optimizadas y transmitidas a través de generaciones, influyendo en los métodos de producción actuales. Esto muestra tanto continuidades en el conocimiento, así como transformaciones impulsadas por nuevas tecnologías, que están íntimamente ligadas a acontecimientos históricos y sociales que han dotado al maíz de distintos significados culturales, desde un papel secundario en la dieta, hasta su

exaltación como alimento ancestral, base de la alimentación y símbolo de la cultura mexicana.

Es esencial reflexionar sobre los conocimientos bioculturales y biotecnológicos de las poblaciones del pasado, ya que el maíz es el resultado de las elecciones de las poblaciones tempranas, prehispánicas e históricas y de su diversidad cultural. De este modo, el conocimiento y la conservación, así como el uso sostenible de las diversas variedades de maíz y sus herramientas, benefician a la humanidad y contribuyen a la nutrición y al cuidado del medio ambiente.

Bibliografía

- Arnaud Salas, M. (2022). *Paleodieta y procedencia geográfica en cuatro sitios del preclásico inferior y medio. Análisis de isótopos estables en restos óseos*. Tesis de Doctorado en Estudios Mesoamericanos. Posgrado en Estudios Mesoamericanos- UNAM.
- Aguilar, J., C. Illsley, y C. Marielle. 2003. El sistema agrícola de maíz y sus procesos técnicos. En Esteva, G., y C. Marielle (Coordinadores). *Sin Maíz no hay País*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas, México, D. F. pp. 83-122.
- Beadle, G.W. (1939) Teocinte and the origin of maize. *J. Heredity* 30: 245-247. 1980
ae ancestry of corn. *Sci amer* 242(1):112-119.
- Benz, B. F., and A. Long. (2000). Early evolution of maize in the Tehuacán Valley, Mexico. *Curr. Anthropol.* 41: 459-465.
- 2016 Carrillo Trueba César. Gente de maíz, maíz como gente variación y estabilidad en el infinito complejo-maíz. *Revista Ciencias*.UNAM.
- Ceccon, Eliane La revolución verde tragedia en dos actos. *Revista Ciencias*, Vol. 1, Núm. 91, julio-septiembre, 2008, pp. 21-29 Universidad Nacional Autónoma de México México
- CONABIO. 2011. Proyecto Global de Maíces Nativos. <https://biodiversidad.gob.mx/diversidad/proyectoMaices> Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Instituto Nacional de Ecología y cambio Climático. México.
- CONABIO. (2020). Qué nos aportan los maíces https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/que-nos-aportan/N_maices. Comisión Nacional

- para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México.
- Cruz Palma J. (2022). *Estudio del proceso de domesticación del maíz en México, por medio del análisis de almidones de Teocintes y maíces en sitios arqueológicos desde inicios del holoceno hasta el formativo*. Tesis para optar por el grado de doctor en Antropología. Posgrado en Antropología-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cyphers, Ann, Zurita J. Y Lane Rodríguez M. (2013), *Retos y riesgos en la vida olmeca*. Petróleos Mexicanos, Fondo Para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C., y el Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México, D.F.
- Hernández Xolocotzi E. (1985). Xolocotzia: obras de Efraím Hernández Xolocotzi, Volumen 2. *Revista de Geografía Agrícola*.
- Iltis H.H. (2000). Homeotic sexual translocations and the origin of maize. *Economic Botany* 54(1): 7-42.
- Lagunes-Tejeda A., J. Rodríguez-Maciél C, Silva-Aguayo G., Rodríguez-Lagunes G. (2021). La nixtamalización del maíz, eje de la cultura mesoamericana, tuvo su antecedente en el combate de insectos. *Revista Agrociencia*.
- Ojeda, Granado R.s, C., Panduro A. (2013). Genética y evolución de la alimentación de la población en México. *Revista de Endocrinología y Nutrición* Vol. 21, No. 1. pp 42-51.
- Peralta Vazquéz, L. (2024). En riesgo, cultivo de maíz en México. *Periodico Universo*. Universidad Veracruzana.
- Pedroza Ortega, L. O. (2003). Alimento ancestral y de subsistencia: discurso y control del cultivo y consumo de maíz en México, 1937-1961. *Historia y memoria*. Tunja, Colombia
- Staller J. E., R. H. Tykot, and B. F. Benz (2006). *Histories of Maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, linguistics, biogeography, domestication, and evolution of maize*. Academic Press-Elsevier. London, UK. 675 p.
- Segundo Pedraza E., Fuentes Ponce M. y Rodríguez Sánchez M. (2016). Angeles o demonios el ciclo del nitrógeno en la agricultura. *Revista Ciencias- UNAM*.
- Tuxill, J. y G. Nabhan. 2001. *Plantas, comunidades y áreas protegidas. Una guía para el manejo in situ*. Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) p. 227.
- Vargas, L. A. (2007). La historia completa del maíz y su nixtamalización. *Cuadernos de nutrición* 30: 97-102.
- Vargas, L. (2013). La alimentación en las Américas: un patrimonio más complejo

de lo que se suele pensar. *Sociedad y Ambiente*, vol. 1, núm. 1, marzo-junio, pp. 61-76. El Colegio de la Frontera Sur. Campeche, México.

Velázquez Galindo, Y y Peralta G. (2021). Alimentación tradicional indígena y nutrición. Un estudio de caso. *Mirada Antropológica*, 14(17), 101-118. Recuperado a partir de <https://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/mirant/article/view/307>

Yamakake, T., López Rodríguez, A. Ramírez Vallejo, P. Castillo Gonzáles, F. (2016) Origen de tres razas de maíz de altura de México: Chalqueño, Cónico y cónico norteño. Colegio postgraduados. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Edo. De México.

Análisis del impacto de la responsabilidad social en la formación integral de los egresados del TSU en Contaduría de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz

Analysis of the impact of social responsibility on the comprehensive training of graduates of the TSU in Accounting from the Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz

Leydi Selene Vázquez López
Susana del Carmen Mina

Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz

Autor de correspondencia:
leydi.vazquez@utsv.edu.mx

Resumen

La responsabilidad social se refiere al compromiso que asumen las empresas, organizaciones y personas de actuar de manera ética y contribuir al desarrollo económico, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de sus empleados, sus familias, la comunidad local y la sociedad en general. La presente investigación tiene como objeto de estudio determinar el impacto que tiene la responsabilidad social de los egresados del TSU en contaduría de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, quienes contribuyen en su formación integral. El enfoque de la investigación es cuantitativo con un alcance descriptivo, para la recolección de los datos se aplica un cuestionario de 30 ítems que busca medir la responsabilidad social de los egresados del TSU de Contaduría.

A través de la recopilación de los datos, se determinará el impacto de la implicación personal del egresado a través del compromiso con los demás, especial-

mente con los más necesitados, descubrimiento personal de los valores, formación de una conciencia social, mayor conocimiento de la realidad del sufrimiento ajeno y planteamiento del ejercicio de la profesión desde el compromiso social.

Con base en los resultados obtenidos, se espera que esta investigación permita fomentar la responsabilidad social en los egresados del TSU en contaduría y así lograr un mayor reconocimiento debido al valor que tiene, porque la mayoría de las personas en la actualidad están desempeñando un papel importante en una empresa sin saber la manera en que contribuyen a la sociedad y a su trabajo.

Palabras Clave: Responsabilidad, social, egresados, TSU, contaduría.

Abstract

Social responsibility refers to the commitment assumed by companies, organizations and people to act in an ethical manner and contribute to economic development in order to improve the quality of life of their employees, their families, the local community and society in general. The purpose of this research is to determine the impact that social responsibility has on graduates of the TSU in accounting from the Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz that contribute to their comprehensive training. The focus of the research is quantitative with a descriptive scope; for the collection of data, a 30-item questionnaire is applied, which seeks to measure the Social Responsibility of graduates of the TSU in Accounting.

Through the collection of data, the impact of the graduate's personal involvement will be determined through commitment to others, especially those most in need, personal discovery of values, formation of a social conscience, greater knowledge of the reality of the suffering of others and approach to the exercise of the profession from social commitment.

Based on the results obtained, it is expected that this research will promote social responsibility in graduates of the TSU in accounting and thus achieve greater recognition due to the value it has, because most people today are playing an important role in a company without knowing how they contribute to society and their work.

Keywords: Responsibility, social, graduates, TSU, accounting.

Introducción

En la actualidad la sociedad, las empresas y las organizaciones son instituciones donde se encuentra la mayor parte de la actividad humana, y tienen influencia sobre toda la comunidad como consecuencia de sus acciones. A partir de esto, la responsabilidad social surge de la relación existente entre las empresas y la sociedad. Este interés se centra en la labor de los egresados en contaduría, quienes desempeñan, con calidad, integridad y transparencia, todas sus actividades como contadores públicos dentro de las organizaciones. A raíz de esto, nace la necesidad de solidificar la idea de promover la responsabilidad social de los egresados en Contaduría, y determinar el impacto que tiene la responsabilidad social de los egresados del TSU de Contaduría de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz. A partir de lo anterior, se pretende comprobar que los egresados del TSU de Contaduría cuentan con habilidades de responsabilidad social. La Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz enfrenta un reto en la formación integral de sus egresados del TSU en Contaduría, especialmente en lo que respecta a la responsabilidad social. A pesar de que el plan de estudios incluye competencias técnicas y profesionales necesarias para el ámbito contable, se observa que los estudiantes carecen de una formación sólida en responsabilidad social, lo cual es fundamental para su desarrollo profesional y personal.

La responsabilidad social de un contador público radica en impulsar el bienestar de las empresas, respetando y promoviendo los valores éticos. Un principio elemental de la ética es la responsabilidad que debe tener ante la empresa y la sociedad, dando garantía de transparencia y generando confianza en los procesos que lo involucran. La profesión se conforma de normas y principios contables, cuyo objetivo principal es la confiabilidad y la verificabilidad. Los egresados no siempre están preparados para enfrentar dilemas éticos, tomar decisiones responsables o participar activamente en iniciativas que benefician a la sociedad. Si no se fortalece la formación en responsabilidad social, es probable que los futuros egresados cuenten con habilidades técnicas, pero sin compromiso social y ético, en donde enfrenten dificultades para integrarse de manera efectiva en un entorno profesional que demanda un compromiso ético y social. Esto podría limitar sus oportunidades laborales y su capacidad para contribuir al desarrollo sostenible de las organizaciones y la comunidad, provocándole insatisfacción la-

boral y profesional. Además, la falta de formación en esta área puede llevar a una percepción negativa en la reputación de la institución educativa y la profesión contable, al no cumplir con la expectativa de formar profesionales íntegros y socialmente responsables. Esto afectaría su capacidad para atraer nuevos estudiantes. Por tal motivo, se determinará el impacto que tiene la responsabilidad social de los egresados del TSU en Contaduría, para establecer estrategias que fortalezcan la formación integral de los egresados del TSU en Contaduría de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz.

La presente investigación tiene como objetivo general determinar el impacto que tiene la responsabilidad social de los egresados del TSU de Contaduría de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz, quienes contribuyen en su formación integral. Busca analizar los ámbitos profesional, social y personal para evaluar y mejorar la formación en responsabilidad social de los egresados del TSU en Contaduría de la Universidad, asegurando que estén preparados para enfrentar los retos éticos y sociales de su profesión. Los contadores tienen un papel fundamental en la toma de decisiones empresariales que pueden afectar tanto a la comunidad como al medio ambiente. También busca analizar cómo se forma estos aspectos en los estudiantes permitirá desarrollar estrategias educativas que fomenten prácticas contables responsables que beneficien a la sociedad.

Revisión teórica

La responsabilidad es un valor o cualidad de todo ser humano que cumple con sus obligaciones al hacer, decir u ofrecer algo con plena conciencia de sus actos; es un valor que permite reflexionar a todo ser humano consciente para orientar y evaluar sus actos dentro del marco de la legalidad y la decencia (Peñafoel, 2019). La responsabilidad social remite a la concienciación ética y moral, busca la participación ciudadana en cuestiones de carácter social, económico y medioambiental (Fundación ASISPA, 2020). A continuación, en la figura 1, se enuncian algunos puntos sobre la importancia de la responsabilidad social.

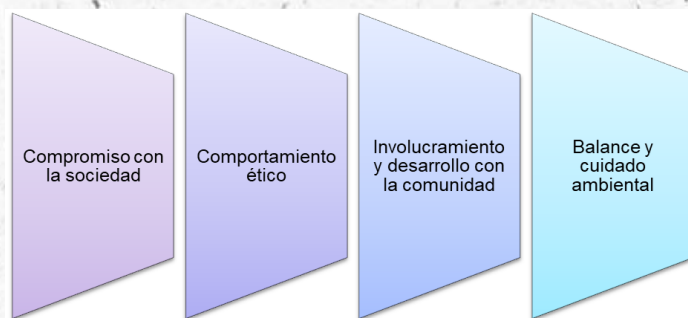


Figura 1. Importancia de la responsabilidad social. (Elaboración propia, 2024).

El Contador Público cumplirá los siguientes principios fundamentales, que se ilustran en la figura 2 (IMCP, 2020):

- **Integridad.** Ser leal, veraz y honrado en todas las relaciones profesionales y de negocios.
- **Objetividad.** Evitar prejuicios, conflictos de interés o influencia indebida de terceros que afecten el juicio profesional o de negocios.
- **Diligencia y competencia profesionales.** Mantener el conocimiento profesional y las habilidades al nivel necesario que aseguren que el cliente o la entidad para la que se trabaja reciben servicios profesionales competentes, basados en los últimos avances de la práctica, la legislación y las técnicas.
- **Confidencialidad.** Respetar la confidencialidad de la información obtenida como resultado de relaciones profesionales o de negocios, y, por lo tanto, no revelar dicha información a terceros sin la autorización apropiada y específica.
- **Comportamiento profesional.** Cumplir con las leyes y reglamentos relevantes y evitar cualquier acción que desacredite a la profesión.



Figura 2. Principios del Contador Público. (Elaboración propia, 2024).

Los valores del contador son principios éticos y profesionales que guían su comportamiento y toma de decisiones en el ejercicio de su profesión, son cualidades que caracterizan a una persona. A continuación, se presentan la definición de cada valor del contador, los cuales se ilustran en la figura 3 (Ortega, 2019):

- **Honestidad:** debe entender que los intereses colectivos prevalecen por encima del interés particular, y tener una actitud transparente que busque permanente el alcance de los logros misionales.
- **Lealtad:** debe manejar la confidencialidad de la información, velando por el mejoramiento continuo de la imagen de la institución tanto interna como externamente.
- **Respeto:** implica la comprensión y la aceptación de la condición inherente a las personas como seres humanos con derechos y deberes, en un constante proceso de mejora espiritual y material.
- **Solidaridad:** debe tener la habilidad para cooperar con sus compañeros en los momentos en que necesiten de apoyo. Cultivar este actuar con el fin de lograr, de manera armónica, los objetivos de la organización.
- **Justicia:** es dar a cada uno lo que se merece, de acuerdo con algunos logros obtenidos.
- **Tolerancia:** está relacionado con tener la capacidad de aceptar las diferencias entre todos los miembros de la organización como mundos distintos.

- **Imparcialidad:** evitar el trato con privilegio o discriminación por la situación económica, social, ideológica, política, sexual, religiosa o de cualquier otra índole.
- **Responsabilidad social:** brindar una información contable acorde a una normativa vigente, que exprese de forma clara y transparente el estado de la organización y reflejando el buen manejo de los recursos.



Figura 3. Valores del Contador Público. (Elaboración propia, 2024).

Metodología

Se realizará una investigación con un enfoque cuantitativo, en donde los autores Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y María del Pilar Baptista Lucio (2014) indican que la recopilación de datos se realiza con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías, tiene un alcance descriptivo, porque busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se someta a un análisis, es útil para mostrar con precisión las dimensiones de la responsabilidad social en los egresados de contaduría del TSU de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz.

La población objeto de estudio son los egresados del TSU en Contaduría de la generación de septiembre 2019 hasta agosto 2021, la cual está integrada por 14

individuos, y de septiembre 2021 hasta agosto 2023 lo conforman 18 personas. Se reporta un total de 32 egresados que fueron encuestados. Se utiliza como técnica de recolección de datos el censo, que implica la recopilación de información de toda la población objetivo, es decir, todos los elementos que componen el universo de estudio (Creswell, 2014).

Para la recolección de los datos se aplica un cuestionario de 30 ítems que busca medir la responsabilidad social de los egresados del TSU de Contaduría que evalúan 5 dimensiones: la implicación personal a través del compromiso con los demás, especialmente con los más necesitados (1-6), descubrimiento personal de los valores (7-12), formación de una conciencia social (13-18), mayor conocimiento de la realidad del sufrimiento ajeno (19-24) y planteamiento del ejercicio de la profesión desde el compromiso social (25-30) (Maldonado, 2009).

Resultados y discusión

Para conocer los niveles de las dimensiones que comprende la responsabilidad social se tomaron en cuenta los datos referentes al número de encuestados, al número de ítems y la escala valorativa. Se determinaron tres escalas por dimensión: Bajo, Medio y Alto, que revelan el nivel en el que se encuentra el valor obtenido. Por cada dimensión a evaluar se multiplicó el número de ítems correspondiente por el número de encuestas realizadas en total y el producto de la operación se multiplica por el menor valor de la escala (1), lo que arroja como resultado el puntaje mínimo que se puede alcanzar, es decir, 32 por 6, (la misma cantidad de ítems que corresponden a todas las dimensiones) que da como resultado 192, que multiplicado por 1 arroja el valor mínimo. Para conocer el valor máximo a conseguir, se obtiene el producto del número de encuestas realizadas y el número de ítems, 192 y se multiplica por la escala máxima (5), del cual se obtiene el valor máximo de 960. Para obtener los rangos del puntaje de cada escala valorativa y el valor medio, se procedió a calcular los cuartiles correspondientes a 25%, 50% y 75% del valor máximo. El valor mínimo y el primer cuartil (Q1) indican hasta qué puntaje la escala corresponde a “Bajo”; para conocer el valor medio en la escala, se suma 1 a Q1 y se realiza el cálculo para el segundo cuartil (Q2); lo que se obtiene señala hasta dónde abarca ese nivel. Para la escala correspondiente a “Alto” se toma Q2 más 1 y además, se calcula el cuartil 3 (Q3). Para fines de tener 3 valores, Q3 no se

anota y se reemplaza por el valor máximo. La tabla 1 muestra el puntaje que se debe alcanzar para conocer el nivel de las dimensiones que se debe calcular.

Tabla 1. Escala valorativa por dimensión: Puntajes a obtener. (Elaboración propia, 2024)

Dimensión	Ítems	Escala valorativa	Puntaje obtenido
Implicación personal a través del compromiso con los demás, especialmente con los más necesitados	1, 2, 3, 4, 5, 6	[192 – 240] Bajo [241 – 480] Medio [481 – 960] Alto	817
Descubrimiento personal de los valores	7, 8, 9, 10, 11, 12	[192 – 240] Bajo [241 – 480] Medio [481 – 960] Alto	867
Formación de una conciencia social	13, 14, 15, 16, 17, 18	[192 – 240] Bajo [241 – 480] Medio [481 – 960] Alto	834
Mayor conocimiento de la realidad del sufrimiento ajeno	19, 20, 21, 22, 23, 24	[192 – 240] Bajo [241 – 480] Medio [481 – 960] Alto	817
Planteamiento del ejercicio de la profesión desde el compromiso social	25, 26, 27, 28, 29, 30	[192 – 240] Bajo [241 – 480] Medio [481 – 960] Alto	880

De acuerdo con el análisis y el tratamiento de los datos recolectados y expresados en la tabla 1, se puede identificar el nivel de las dimensiones a estudiar de la responsabilidad social que se tiene en la población objeto de estudio. La representación gráfica de la tabla 1, se realizó por dimensiones como se ilustra en las siguientes figuras:

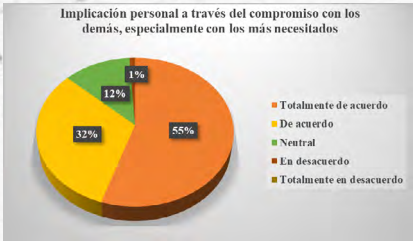


Figura 4. Medición de la implicación personal. (Elaboración propia, 2024).

Los resultados obtenidos fueron que el 55% de la población encuestada indica que están totalmente de acuerdo con la implicación personal a través del compromiso con los demás, especialmente con los más necesitados, porque al momento de desempeñar sus labores se sienten comprometidos y actúan de manera más

responsable. El 32% están de acuerdo, el 12% se encuentra neutral y únicamente el 1% está en desacuerdo.



Figura 5. Descubrimiento personal de los valores. (Elaboración propia, 2024).

El 70% de los egresados encuestados se encuentran en total de acuerdo que el descubrimiento personal de los valores les garantiza un mayor desenvolvimiento y aceptación en la sociedad. El 22% está de acuerdo y solamente el 8% se encuentra neutral.



Figura 6. Formación de una conciencia social. (Elaboración propia, 2024).

Del total de los encuestados, el 55% menciona que están totalmente de acuerdo que la formación de la conciencia social influye de manera exuberante en la sociedad debido a que los jóvenes no solo buscan el bienestar propio, sino que también se involucran en la solución de conflictos. El 37% está de acuerdo y el 8% se mantiene neutral.



Figura 7. Conocimiento de la realidad del sufrimiento ajeno. (Elaboración propia, 2024).

El 49% está totalmente de acuerdo con tener empatía frente al sufrimiento ajeno y buscar un involucramiento y resolución a los problemas de los demás para sentir que aportan de manera positiva a la sociedad. El 40% está de acuerdo, el 10% neutral y únicamente el 1% se encuentra en desacuerdo.



Figura 8. Ejercicio de la profesión desde el compromiso social. (Elaboración propia, 2024).

El 69% de los egresados del TSU en contaduría está totalmente de acuerdo con el planteamiento del ejercicio de la profesión desde el compromiso social, el 27% está de acuerdo y el 4% se encuentra neutral.

Conclusiones

Se establece que los egresados del TSU en Contaduría de la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz sí cuentan con habilidades de responsabilidad social para la toma de decisiones dentro de la empresa. Con base en los resultados de la información recabada a través de un cuestionario, en donde se tomaron en cuenta cinco aspectos principales, que son el compromiso con los demás, los valores personales, la conciencia social, el sufrimiento ajeno y, por último, el compromiso social, se logró finalizar que la mayor parte de la población estudiantil egresada sí cuenta con la responsabilidad social y están conscientes de todo lo que repercute en la sociedad. Se espera que los egresados de Contaduría contribuyan al bienestar de la comunidad y a la sostenibilidad económica y social mediante prácticas éticas y responsables. Es necesario comprender que la responsabilidad social en egresados del TSU en Contaduría se refiere al compromiso que deben de tener estos profesionales con la sociedad, más allá del ejercicio técnico de su profesión. Se espera que los egresados contribuyan al bienestar de la comunidad y a la sostenibilidad económica y social mediante prácticas éticas y responsables, por tal motivo, es necesario enfatizar los valores

y principios del contador en la Universidad Tecnológica del Sureste de Veracruz para que los egresados contribuyan en el fortalecimiento de la sociedad.

Bibliografía

- Creswell, J. W. (2014). Investigación cualitativa y cuantitativa: Conceptos básicos y técnicas de investigación. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Fundación ASISPA. (20 de 02 de 2020). Fundación Asispa. Obtenido de <https://fundacionasispa.org/importancia-responsabilidad-social/>
- IMCP. (2020). Código de Ética Profesional. México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
- Maldonado, C. d. (6 de mayo de 2009). Eprints.ucm.es. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/10187/1/T31406.pdf>
- Ortega, C. H. (16 de 03 de 2019). Ética y responsabilidad social: una vía para el rol social del contador público. Obtenido de [https://www.procuraduria.gov.co/iemp/media/file/Revista%20Integritas%203-\(49-60\)%20%C3%89tica%20y%20responsabilidad%20social%20una%20v%C3%ADa%20para%20el%20rol%20social%20del%20contador%20p%C3%BAblico.pdf](https://www.procuraduria.gov.co/iemp/media/file/Revista%20Integritas%203-(49-60)%20%C3%89tica%20y%20responsabilidad%20social%20una%20v%C3%ADa%20para%20el%20rol%20social%20del%20contador%20p%C3%BAblico.pdf)
- Peñafiel, R. C. (20 de marzo de 2019). El comercio. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/cartas/responsabilidad-opinion-cartas-ecuador.html#:~:text=La%20responsabilidad%20es%20un%20valor,garantiza%20el%20cumplimiento%20de%20los>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2014). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.



Educación y Divulgación

Percepción estudiantil sobre la inteligencia artificial generativa en la formación de ingenieros en sistemas computacionales

Student perception of generative artificial intelligence in the training of computer systems engineers

Karla Alejandra Jiménez Martínez
Moserrath Vaughan Bernal
Rodolfo Armando Moreno

Tecnológico Nacional de México,
ITS de Coatzacoalcos
Autor de correspondencia: kjimenezm@itesco.edu.mx

Resumen

En el ámbito de la educación, la aplicación o uso de la inteligencia artificial generativa (IAG) ha estado en las mesas de discusión de investigadores en los últimos años, analizando el impacto potencial en la formación de profesionistas. Por ello, este estudio explora las percepciones sobre la IAG entre estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC) en el Tecnológico Nacional de México (ITS) de Coatzacoalcos, permitiendo reconocer las oportunidades y desafíos que presenta esta tecnología para los estudiantes. La metodología utilizada es cuantitativa y de corte transversal, con la participación de 127 estudiantes de 6to y 8vo semestre. Para la recolección de datos se utilizó el instrumento planteado por Sit *et al.* (2020, p. 2) con 16 ítems, siendo 10 preguntas tipo Likert para calificar su nivel de acuerdo con una declaración relacionada con sus actitudes, comprensión y confianza actuales hacia la IAG; también se incluyeron cinco preguntas dicotómicas para verificar si recibieron enseñanza sobre IAG en su plan de estudios. Los hallazgos indican el reconocimiento de las limitantes de la IAG y el beneficio para su carrera profesional, revelando inquietudes sobre capacitarse al respecto. De igual forma, el estudio sugiere que una buena parte de los estudiantes tiene al menos un entendimiento básico de la terminología de IAG, con un número significativo que se siente bastante o muy familiarizado con estos términos. El estudio apunta

a la necesidad de incorporar en las actividades de aprendizaje el uso de herramientas con IAG, reconociendo tanto las oportunidades como las implicaciones que trae consigo, permitiendo desarrollar competencias digitales en los ingenieros en formación para afrontar los retos de un mundo cada vez más digitalizado.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, Competencias Digitales, Educación Superior

Abstract

Recent research has examined the use of Generative Artificial Intelligence (GAI) in education, particularly its impact on professional training. This study investigates the perceptions of GAI among Computer Systems Engineering (CSI) students at the Tecnológico Nacional de México (ITS) of Coatzacoalcos, highlighting the opportunities and challenges this technology presents. A quantitative, cross-sectional approach was used with 127 students from the 6th and 8th semesters. Data were collected using an instrument developed by Sit *et al.* (2020), which included 16 items—10 five-point Likert-type questions assessing students' attitudes, understanding, and confidence regarding GAI, along with five dichotomous questions about their curriculum exposure to GAI and its applications in CSI. Findings reveal students' awareness of GAI's limitations and benefits for their careers, alongside concerns about their training in this area. Additionally, many students possess a basic understanding of GAI terminology, with a notable number feeling quite or very familiar with these concepts. The study highlights the importance of incorporating AI tools into education to boost future engineers' digital skills for a more digitized world.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Skills, Higher Education

Introducción

En los últimos años, la masificación del uso de la Inteligencia Artificial (IA), particularmente de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) con el lanzamiento de Chat GPT en noviembre de 2022, ha impactado en diversos ámbitos, entre los cuales, por supuesto, se encuentra la educación superior. El panorama es vasto, ya que se identifican oportunidades como la personalización del aprendizaje y la evaluación adaptativa, además de permitir a los docentes realizar actividades de planeación y generación de materiales didácticos de una forma mucho más rápida, tal y como mencionan Bolaño-García y Duarte-Acosta (2024, p. 52) “el uso de la IA en la educación tiene el potencial de transformar la experiencia de aprendizaje al proporcionar una experiencia personalizada y de mejorar la eficiencia administrativa”. Sin embargo, este uso, tanto por estudiantes como por docentes, representa también desafíos éticos y limitantes, por lo que este tema se ha llevado a la mesa de debate con la participación de los docentes, directivos y responsables de generar políticas públicas.

Por lo anterior, se han emitido recomendaciones y guías por organizaciones como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Sabzalieva & Valentini, 2023) que “ofrece una visión general del funcionamiento de Chat GPT y explica cómo puede utilizarse en la educación superior”; en lo que respecta al ámbito nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2023) emite también un documento para el uso de la IAG en la docencia, misma que “presenta recomendaciones prácticas que pretenden ayudar a la incorporación y aprovechamiento de la IAG en los espacios de aprendizaje universitarios”. De igual forma, diversos autores como Mendiola y Degante (2023, p. 75) mencionan que “es indispensable aprender a utilizar estas herramientas con eficacia, profesionalismo y ética, así como dialogar con pares académicos, estudiantes y autoridades sobre las acciones a tomar a corto y largo plazo, para su adecuada implementación en beneficio del estudiantado”; en ese mismo tenor Gallent *et al.* (2023, p. 9) expresan que, si bien la IAG ofrece la posibilidad de transformar la enseñanza facilitando los procesos educativos al disminuir el tiempo para preparación de materiales y ayudar a los docentes en las tareas de investigación, también plantea desafíos éticos y pedagógicos.

En este contexto, el presente estudio explora la percepción de los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el ITS en Coatzacoalcos con respecto a la inteligencia artificial generativa (IAG), la comprensión de los conceptos fundamentales y la intención profesional en relación con su campo de estudio. De igual forma, se examina la formación recibida relacionada con la IAG.

Metodología

El estudio se planteó con un enfoque cuantitativo porque estudió fenómenos que son observables y medibles, utilizando herramientas informáticas y estadísticas para procesar los datos y obtener los resultados. Este enfoque se caracteriza por utilizar métodos y técnicas cuantitativas y, por ende, tiene que ver con la medición, el uso de magnitudes, la observación y medición de las unidades de análisis, y el muestreo, así como el tratamiento estadístico (Ñaupas-Paitán, Valdivia-Dueñas, Palacios-Vilela, & Romero-Delgado, 2018). La investigación tiene un nivel descriptivo ya que buscó caracterizar las variables en estudio. La investigación es de corte transversal porque se estudió la variable en un momento determinado, sin realizar un seguimiento prospectivo ni retrospectivo.

Este estudio se declara como no experimental al no decretar una hipótesis de comprobación, la investigación se realiza en el Tecnológico Nacional de México campus Coatzacoalcos, siendo un estudio de población finita y muestreo a conveniencia con $n=126$. Para participar en el estudio, los sujetos debían ser estudiantes inscritos en el periodo enero-junio 2024 y estar cursando el 6to o el 8vo semestre del programa educativo ISC. Para la recolección de datos se utilizó un instrumento planteado por Sit *et al.* (2020, p. 2) con 15 ítems, siendo 9 preguntas tipo Likert de 5 puntos, donde los participantes calificaron su nivel de acuerdo con una declaración relacionada con sus actitudes actuales hacia la IAG, su comprensión actual de la IAG y su confianza en el uso de herramientas de IAG de manera rutinaria y crítica tras terminar su carrera. Se incluyeron 5 preguntas dicotómicas para verificar si los participantes recibieron enseñanza sobre inteligencia artificial y si era obligatoria en su plan de estudios, además de indagar sobre las áreas de ISC donde consideran que se utiliza más la IAG actualmente.

Resultados y discusión

Una vez recopilados los datos, se procedió a su análisis a través del software Jamovi, que nos permite conocer que, de acuerdo con la tabla 1, la participación de los estudiantes de sexto semestre fue levemente mayor que los de octavo, mientras que en la tabla 2 se muestra que más del 70% de los encuestados son hombres.

Tabla 1. Frecuencias por semestre.

Semestre	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
6	66	52.4%	52.4%
8	60	47.6%	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Frecuencias por género.

Género	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
Hombre	90	71.4%	71.4%
Mujer	35	27.8%	99.2%
Prefiero no decirlo	1	0.8%	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a los resultados sobre la comprensión de los conceptos fundamentales y la intención profesional en relación con su campo de estudio, se obtuvo que se tiene claro el beneficio profesional que tiene el conocer sobre IAG (4.24); de igual forma, que es necesario que cualquier ingeniería debe recibir formación sobre IAG (4.29), como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Puntuación media por ítem.

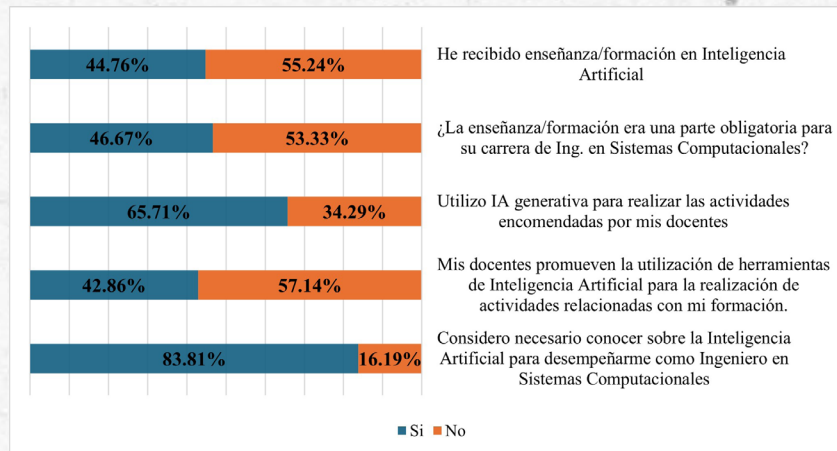
Ítem	Media
La inteligencia artificial generativa desempeñará un papel importante en su carrera.	3.98
Algunas especialidades de la Ingeniería en Sistemas Computacionales serán reemplazadas por la inteligencia artificial generativa durante mi vida	3.35

Ítem	Media
Comprendo los principios computacionales básicos de la inteligencia artificial generativa.	3.09
Estoy familiarizado con los términos relacionados con la inteligencia artificial generativa.	3.49
Entiendo las limitaciones de la inteligencia artificial generativa.	3.91
Aprender sobre inteligencia artificial generativa sería beneficioso para mi formación profesional.	4.24
Todos los estudiantes de Ingeniería deberían recibir enseñanza sobre inteligencia artificial generativa.	4.29
Al finalizar mi carrera, tendré confianza en el uso de herramientas básicas de inteligencia artificial generativa para el desarrollo de mi quehacer profesional.	3.83
Al final de mi carrera, comprenderé mejor los métodos utilizados para evaluar el rendimiento de los algoritmos de IA.	3.85

Fuente: Elaboración propia.

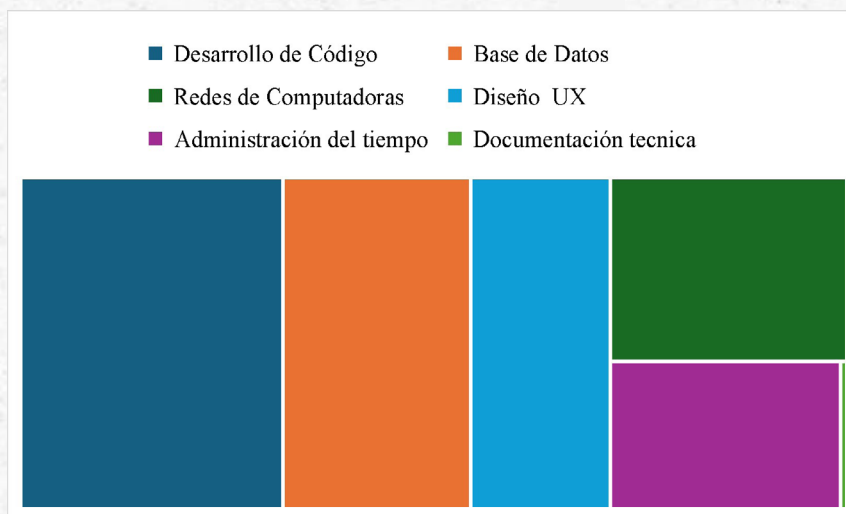
Resulta importante mencionar que el ítem con la media más baja (3.09) fue el referente al conocimiento de los principios computacionales básicos de la inteligencia artificial generativa, lo que indica que la formación en este tema es un área de oportunidad para la institución y así brindar información que les permita a los estudiantes un uso crítico de estas herramientas.

En lo que respecta a los resultados de los ítems dicotómicos relacionados con el uso y la formación recibida, estos sugieren que los encuestados consideran necesario conocer sobre IAG para desempeñarse profesionalmente (83.81%), además que actualmente los docentes que promueven el uso de la IAG son la minoría (42.86%), mientras que una leve mayoría (65.71%) de los estudiantes utiliza la IAG en la elaboración de sus trabajos académicos. Además, una leve mayoría de los estudiantes afirma no haber recibido enseñanza formal sobre la IAG lo que presenta de igual forma una oportunidad de diseñar estrategias de capacitación para los estudiantes que les permita usar de forma crítica estas herramientas en el desarrollo de actividades académicas y posteriormente en el ámbito profesional, dejando en claro que, a pesar de su flexibilidad y potencialidades para apoyar al progreso de la ciencia y tecnología, sigue siendo una herramienta; es una ayuda y no un sustituto de los recursos humanos especializados (Muñoz-Andrade, 2023).

Figura 1. Resultados.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las áreas de su disciplina, donde los encuestados consideran que en la actualidad se utiliza mas la IAG, se obtuvo que consideran que es el desarrollo de código, seguido de las bases de datos.

Figura 2. Áreas de ISC donde más se utiliza IAG.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El uso de la IAG por los estudiantes de educación superior es una realidad, ya que tienen a su alcance múltiples opciones como Chat GPT, Gemini, Copilot, entre otros, lo que genera que, en muchos casos, se utilice de forma indiscriminada y sin la guía u orientación de los docentes. Es por ello por lo que, al preguntar y conocer su percepción sobre estas herramientas, se conocen las áreas de oportunidad para ofrecer opciones de capacitación y mejorar las competencias digitales, promoviendo así su uso crítico y responsable. Ante esta perspectiva, es importante reconocer que es esencial el diálogo abierto y colaborativo entre maestros y especialistas en tecnología educativa para reflexionar con los docentes y directivos sobre el alcance de la IAG (Muñoz-Andrade, 2023, p. 21), pero sin olvidar que también es importante conocer la perspectiva de los estudiantes. Los hallazgos indican el reconocimiento de las limitantes de la IAG y el beneficio para su carrera profesional, revelando inquietudes sobre capacitarse al respecto. De igual forma, el estudio sugiere que una buena parte de los estudiantes tiene al menos un entendimiento básico de la terminología de IAG, con un número significativo que se siente bastante o muy familiarizado con estos términos. El estudio apunta a la necesidad de incorporar, en las actividades de aprendizaje, el uso de herramientas con IAG, permitiendo desarrollar las competencias digitales en los ingenieros en formación para afrontar los retos de un mundo cada vez más digitalizado.

Bibliografía

- Bolaño-García, M., & Duarte-Acosta, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51–63. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
- Gallent Torres, C. G., González Zapata, A. Z., & Hernando Ortego, J. L. O. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: Una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE: Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*. <https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134>
- Mendiola, M. S., & Degante, E. C. (2023). La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria. *Perfiles Educativos*. <https://doi.org/10.22201/issue.24486167e.2023.especial.61692>

- Muñoz-Andrade, E. L. (2023). Aplicación de la inteligencia artificial en la educación superior. *DOCERE*, (29), 21–25. <https://doi.org/10.33064/2023docere295075>
- Ñaupas-Paitán, H., Valdivia-Dueñas, M. R., Palacios-Vilela, J. J., & Romero-Delgado, H. E. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (5ta ed.). Colombia: Ediciones de la U.
- Sabzalieva, E., & Valentini, A. (2023). *ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido*. UNESCO. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa
- Sit, C., Srinivasan, R., Amlani, A., Muthuswamy, K., Azam, A., Monzon, L., & Poon, D. S. (2020). Attitudes and perceptions of UK medical students towards artificial intelligence and radiology: A multicentre survey. *Insights into Imaging*, 11(1), 14. <https://doi.org/10.1186/s13244-019-0830-7>
- UNAM. (2023). *Recomendaciones para el uso de Inteligencia Artificial Generativa en la docencia*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://iagenedu.unam.mx/docs/recomendaciones_uso_iagen_docencia_unam_2023.pdf

La inteligencia artificial generativa como herramienta para adquirir competencias profesionales, de acuerdo con los estudiantes de una institución de educación superior (IES)

Generative artificial intelligence as a tool for acquiring professional skills, according to students from a higher education institution (HEI)

Ana Isabel Hernández Jacobo
Yessenia Platas Jacobo
Karla Alejandra Jiménez Martínez

Tecnológico Nacional de México/ITS Coatzacoalcos
Autor de correspondencia:
ahernandezj@itesco.edu.mx

Resumen

En los últimos años, gracias a la tecnología, la educación ha transformado los escenarios de enseñanza aprendizaje, brindando herramientas que permiten innovar los conocimientos, y junto con ello, las habilidades, principalmente en el nivel superior, donde se tienen más alcance a los avances científicos y tecnológicos que ofrece el entorno. Uno de los instrumentos, que no es nuevo pero que últimamente ha incursionado en los espacios educativos, es la inteligencia artificial (IA), utilizada en los ámbitos sociales, educativos, económicos, políticos, entre otros; sin embargo, son los estudiantes quienes, en su mayoría, la han adoptado, identificándose con los provechos individuales que tiene dentro y fuera del aula, que ellos consideran les provee. Para Rouhiainen (citado por Castillejos, 2022) la inteligencia artificial es la imitación del ser humano que hacen las máquinas; al utilizar algoritmos generan datos y soluciones como si fuera un ser pensante. Esta herramienta representa un reto para los escenarios

académicos, donde se debe encauzar el debido uso para que se cumplan los objetivos del proceso enseñanza-aprendizaje.

Una de las variantes de la IA, es la inteligencia artificial generativa (IAG), modelo de lenguaje que crea elementos multimedia con una simple instrucción del usuario (Gallent, Zapata y Ortego, 2023). Ésta ofrece soluciones sencillas, en corto tiempo y de manera automática, como resolver un examen, resumir un libro, aclarar dudas, generar organizadores gráficos, imágenes y demás.

El objetivo que se persiguió fue conocer la percepción de los estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial del Tecnológico Nacional de México, campus Coatzacoalcos, sobre la inteligencia artificial generativa como herramienta para adquirir competencias profesionales, mismas que deben cumplir las expectativas y necesidades del campo laboral, sobre todo las relacionadas con las habilidades del pensamiento crítico y la creatividad.

La metodología utilizada fue de un estudio exploratorio y descriptivo, no experimental, con enfoque mixto: cuantitativo y cualitativo. Se diseñó una encuesta para conocer la percepción, cuyos resultados se presentan e interpretan en gráficas. Como conclusión se tiene que los estudiantes están familiarizados con la IAG, la ocupan de manera regular para las actividades académicas; algunos consideran que es una herramienta de aprendizaje que fomenta la creatividad e innovación y un gran porcentaje señala que les facilita el conocimiento de nuevas tecnologías y herramientas empresariales.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial Generativa, Competencias, Tecnología, Institución de Educación Superior.

Abstract

In recent years, thanks to technology, education has transformed teaching-learning scenarios, providing tools that allow knowledge innovation and, with it, skills, mainly at the university level, where students have more access to the scientific and technological advances offered by the environment. One of the instruments, which is not new but which has recently made inroads into educational spaces, is artificial intelligence (AI), used in social, educational, economic, political, and other fields. However, it is the students who have mostly adopted

it, identifying with the individual benefits it has inside and outside the classroom, which they consider it provides them. Rouhiainen (cited by Castillejos, 2022) points out artificial intelligence is the imitation of the human being that machines make, by using algorithms they generate data and solutions as if it were a thinking being. This tool represents a challenge for academic settings, where proper use must be channeled so that the objectives of the teaching-learning process are met. One of the variants of AI is generative artificial intelligence (GAI), a language model that creates multimedia elements with a simple instruction from the user (Gallent, Zapata and Ortego, 2023). It offers simple solutions, in a short time and automatically, from solving an exam, summarizing a book, clarifying doubts, generating graphic organizers, images and more.

The objective that was pursued was to know the perception of the students of Business Management Engineering at the National Technological Institute of Mexico, Coatzacoalcos campus, about generative artificial intelligence as a tool to acquire professional skills, which must meet the expectations and needs of the labor field, especially those related to critical thinking skills and creativity.

The methodology used was an exploratory and descriptive study, not experimental, with a mixed approach: quantitative and qualitative. A survey was designed to know the perception, whose results are presented and interpreted in graphs. In conclusion, it can be seen that students are familiar with IAG and use it regularly for academic activities. Some consider it a learning tool that fosters creativity and innovation, and a large percentage indicate that it facilitates their knowledge of new technologies and business tools.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Competencies, Technology, Higher Education Institution.

Introducción

Los diversos avances que ofrece la tecnología han servido para implementar estrategias en el proceso enseñanza aprendizaje, para fomentar el conocimiento creativo y crítico, sobre todo en los estudiantes universitarios, quienes se sienten cómodos con las tecnologías de la información y comunicación, pero, actualmente, identificados con la inteligencia artificial generativa (IAG) considerándola-

la como un traje a la medida, con la que pueden experimentar, jugar, interactuar y, sobre todo, aprender. Con respecto a los docentes, las opiniones se pueden dividir; algunos considerarán que es una herramienta valiosa, otros, que conlleva a prácticas no éticas, como lo señala Cotton *et al.* (Citado por Gallent-Torres *et al.*, 2023): “Ahora bien, señalan que si el alumnado recibe un mayor input de noticias que posicionan a la IAG como una herramienta que facilita el engaño o la trampa, este podría verse tentado a incurrir en comportamientos ilícitos, interpretando estas actitudes como una práctica generalizada” (p.8). Se ha vuelto común y normal que los estudiantes utilicen la inteligencia artificial generativa para realizar tareas académicas, recurriendo a Chat GPT, Bard, Gamma app, entre otras. Ante esta situación, es labor del docente crear las estrategias para utilizarlas de manera responsable y encauzarlas para que contribuyan al desarrollo de competencias profesionales enlistadas en el perfil de egreso. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2023), señala:

La inteligencia artificial tiene la capacidad de hacer frente a algunos de los mayores desafíos que afronta el ámbito de la educación de desarrollar prácticas de enseñanza y aprendizaje innovadoras y, finalmente, de acelerar el progreso en la consecución del objetivo de desarrollo sostenible (ODS). (Norman-Acevedo, 2023, p. 1)

Este trabajo resulta necesario para conocer las herramientas de IAG utilizadas de manera recurrente por los estudiantes, analizando en qué medida les sirven para adquirir las competencias profesionales que señala el perfil de egreso de Ingeniería en Gestión Empresarial, mismas que deben estar acorde a los cambios tecnológicos que ofrece la Industria 4.0 a la cual no solo le basta el saber, el saber hacer y el saber ser, sino otras habilidades que permitan enfrentar el tan cambiante escenario laboral (Samanes & Clares, 2018). Es pertinente formular las siguientes preguntas ¿Las herramientas de IAG pueden contribuir al aprendizaje de los estudiantes? ¿Las herramientas de IAG contribuyen a la formación del perfil profesional de los estudiantes?

Metodología

La metodología utilizada es de alcance exploratorio y descriptivo, no experimental, con enfoque mixto: cuantitativo y cualitativo. Se diseñó un cuestionario en Google Forms de 20 reactivos cerrados en escala tipo Likert del 1 a 5, en donde 1 significa “totalmente en desacuerdo”, 2 “en desacuerdo”, 3 ni de acuerdo ni en “desacuerdo”, 4 “de acuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”. Este instrumento se aplicó a una muestra no probabilística, donde fueron seleccionados los estudiantes del Tecnológico Nacional de México, campus Coatzacoalcos, que cursan la Ingeniería en Gestión Empresarial en los semestres 2°, 4°, 6° y 8° del periodo enero-junio 2024, siendo 123 quienes respondieron. Las preguntas se dirigieron en primer término, a identificar los diferentes tipos de IAG que conocen los encuestados, posteriormente, las orientadas a reconocer su percepción sobre la utilidad e importancia para el aprendizaje, y, finalmente, las enfocadas a saber cómo contribuye la IAG en la formación de las competencias.

Resultados y discusión

La formación por competencias implica que los estudiantes también deben contribuir en su formación, aprendiendo de los avances que le ofrece la tecnología, como la IAG, siendo ésta la parte medular de la investigación y de la cual, mediante una encuesta, se recupera la percepción de los estudiantes sobre cómo esta herramienta contribuye para adquirir competencias, los resultados más significativos se analizan a continuación:

Respecto a los sistemas de IAG que conocen y utilizan, el 69.1% ha utilizado Chat GPT, el 31.7% otros, igualmente se pudo observar que identifican diversas herramientas que le ofrece la inteligencia artificial, como se aprecia en la figura siguiente.

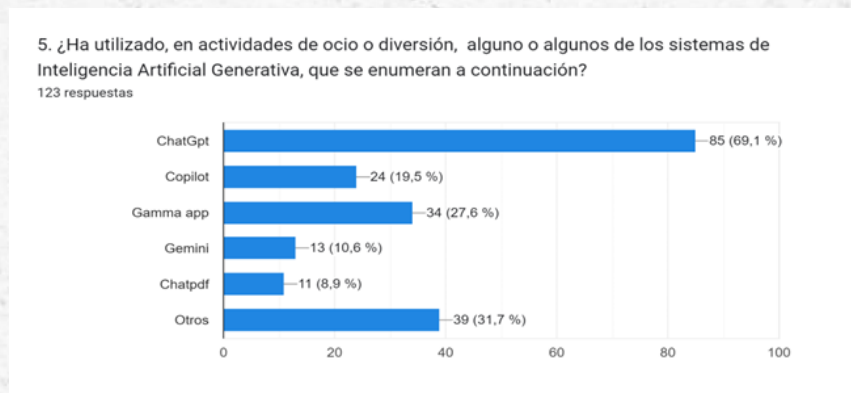


Figura 1. Tipos de Inteligencia Artificial Generativa que Conocen los Estudiantes. Elaboración propia.

La ciencia y tecnología trae consigo diversos beneficios, principalmente en el aprendizaje. Siendo la IAG un sistema derivado de los avances tecnológicos, se preguntó si la consideraban una herramienta, el 48.8% está de acuerdo, sumado al 22.8% que está totalmente de acuerdo, se tiene que el 71.6% coincide que contribuye con el aprendizaje.

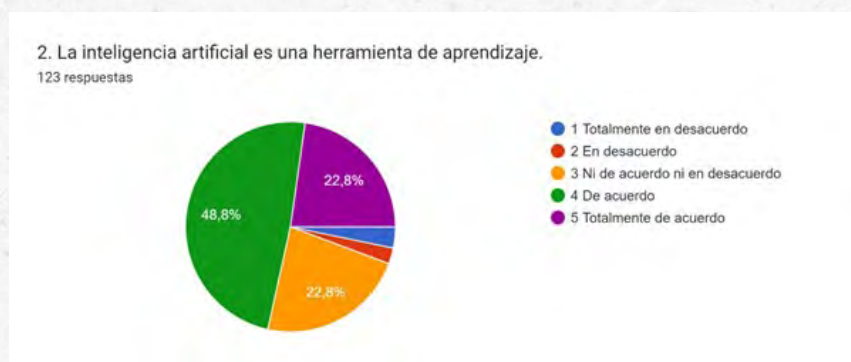


Figura 2. Se muestra la Consideración de la IAG como Herramienta de Aprendizaje. Elaboración propia.

Durante el proceso enseñanza aprendizaje, los estudiantes deben lograr un desempeño académico que denote los conocimientos y habilidades que adquirieron; para ello, utilizan diversos medios. Respecto a lo anterior, el 43.9% considera que la IAG representa un beneficio para el desempeño académico, sin embargo, el 34.1%, porcentaje similar, señala que no está de acuerdo ni en desacuerdo, es

decir, aun no identifican la importancia en ese ámbito, una minoría que representa el 8.9% está totalmente de acuerdo, como se aprecia en la figura 3.

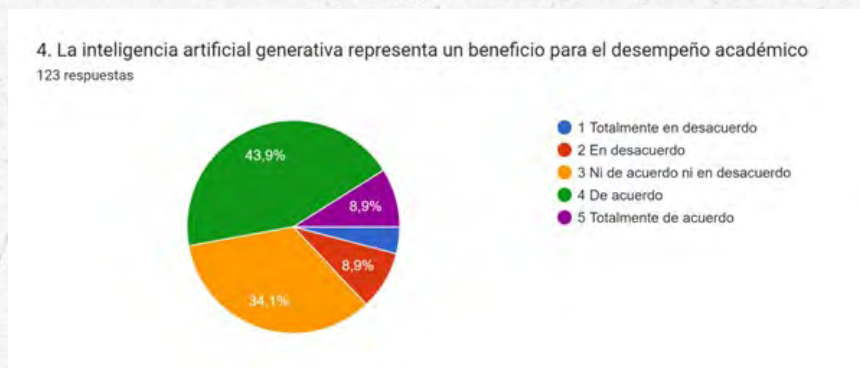


Figura 3. Representación de la IAG como Beneficio en el Desempeño Académico. Elaboración propia.

Al cuestionar sobre el uso de los sistemas de IAG en las actividades académicas, el 69.1% ha utilizado Chat GPT, el 29.3% ocupa otros, igualmente se pudo observar que aplican diversas herramientas que ofrece la inteligencia artificial, como se aprecia en la figura siguiente.



Figura 4. Sistemas de inteligencia artificial generativa, utilizados en actividades académicas. Elaboración propia.

Las instituciones de educación superior tienen el compromiso de formar profesionistas y profesionales con las competencias suficientes para enfrentar un presente revolucionado y un futuro incierto, proporcionándoles las herramientas necesarias que les permitan contrarrestar los desafíos y resolver problemas del contexto al que se van a enfrentar. Respecto a la capacidad de análisis que deben desarrollar, se cuestionó si la IAG contribuye con la mencionada habilidad; el 43.1%

no está de acuerdo ni en desacuerdo, sumado con el 15.4% que está en desacuerdo y el 7.3% totalmente en desacuerdo, representan el 65.8% que no le atribuye ese beneficio, a diferencia del 28.5% que está de acuerdo. Este resultado está representado en la gráfica siguiente.

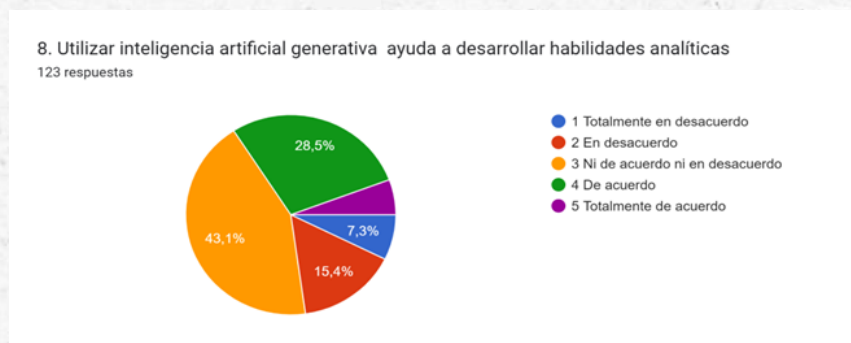


Figura 5. La IAG como herramienta para formar habilidades analíticas. Elaboración propia.

Al cuestionar si la IAG facilita el aprendizaje de nuevas tecnologías y herramientas empresariales, el 46.3% señala estar de acuerdo, el 18.7% totalmente de acuerdo, respecto al 28.5% que es indiferente, ni de acuerdo ni en desacuerdo; es decir, el 65% considera que facilita adquirir la mencionada competencia, como se muestra a continuación.

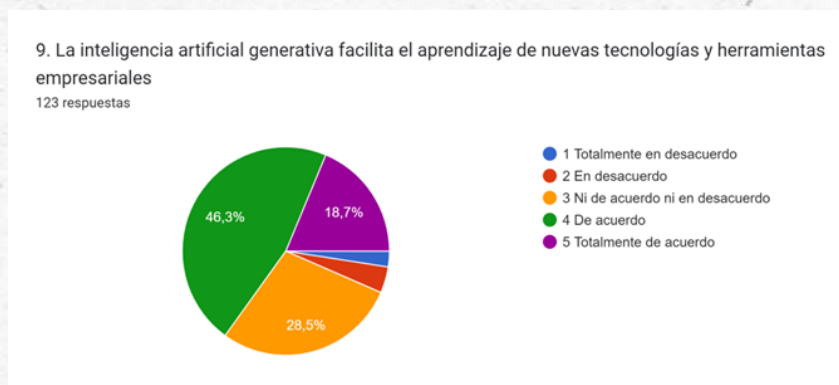


Figura 6. La IAG y las competencias en nuevas tecnologías y herramientas empresariales.

La toma de decisión es una de las competencias que orientan el rumbo de las organizaciones. Al cuestionar si la IAG aumenta la creatividad en esa habilidad, el 38.2% considera no estar de acuerdo ni en desacuerdo, el 35% está de acuerdo, el 11.4% totalmente de acuerdo, sumando estos últimos, el 46.4% considera que

la IAG mejora esta habilidad y una minoría representada por 15.4% no está de acuerdo, como se muestra en la gráfica.

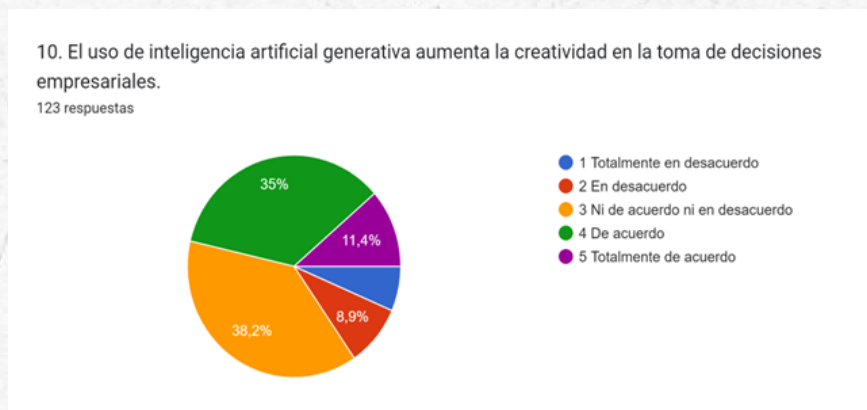


Figura 7. Muestra la percepción sobre la IAG y la creatividad en la toma de decisiones. Creación propia.

Respecto a las herramientas que tienden a desarrollar la creatividad e innovación en los estudiantes, se interrogó si la IAG utilizada en el aula puede fomentar esta habilidad. El 36.6% está de acuerdo, el 11.4% totalmente de acuerdo, es decir, el 48% atribuye ese beneficio, el 32.5% ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 13.8% en desacuerdo, junto con el 5.7% que está totalmente en desacuerdo, sumando un 19.5% quienes no le reconocen esa ventaja.

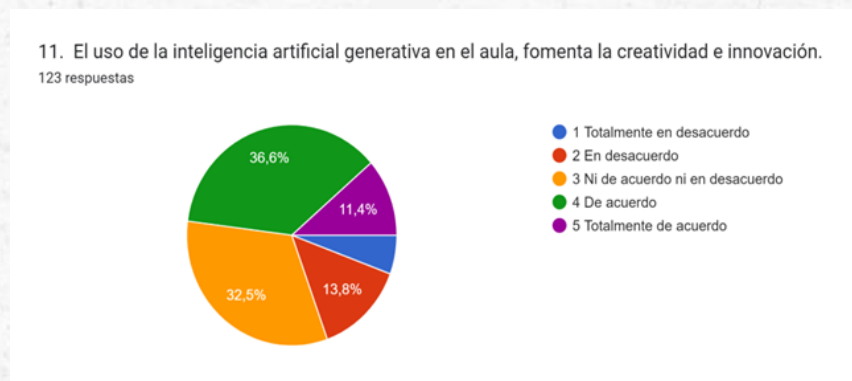


Figura 8. Muestra la apreciación sobre la IAG en la creatividad e innovación. Elaboración propia.

Al cuestionar si la IAG permite desarrollar habilidades de comunicación efectiva y trabajo en equipo, el 41.5% respondió ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 34.1% está de acuerdo, solo el 9.8% está totalmente de acuerdo, 8.9% está en

desacuerdo y el 5.7% totalmente en desacuerdo. Llama la atención que, la mayoría no puede reconocer ni rechazar esa atribución a la IAG.

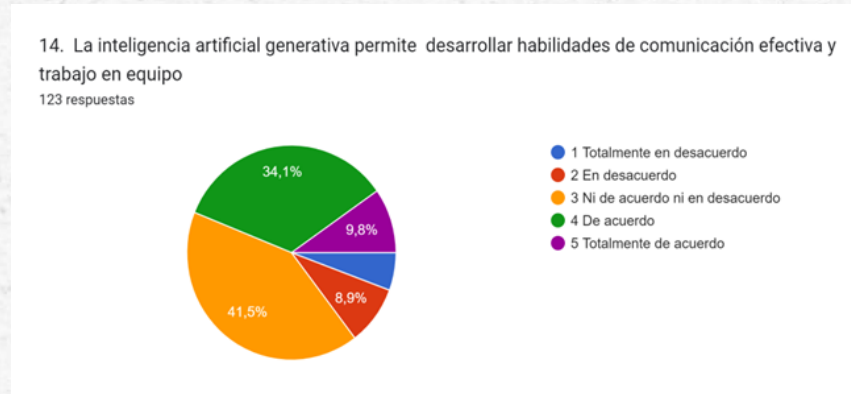


Figura 9. Resultados sobre la IAG y las habilidades de comunicación efectiva y trabajo en equipo. Creación propia.

Las organizaciones, para cumplir sus metas, requieren estrategias de mercadotecnia, siendo necesario que los estudiantes adquieran esa competencia para formularlas e implementarlas. Al cuestionar si la IAG ofrece esta habilidad, el 49.2% está de acuerdo, el 18% totalmente de acuerdo, es decir, el 67.2% está de acuerdo, el 24.6% ni de acuerdo ni en desacuerdo y solo una minoría del 8.2% no está de acuerdo.



Figura 10. Muestra la percepción sobre la IAG, como creadora de ideas para mercadotecnia. Creación propia.

Las instituciones de educación superior entregan al campo laboral, profesionistas con habilidades y competencias que le permiten hacer frente a los cambios sociales, políticos, económicos y tecnológicos de su contexto, al interrogar a los encuestados si la IAG ayuda a comprender mejor los desafíos del campo laboral. El 48% está de acuerdo, el 10.6% totalmente de acuerdo, es decir, el 58.6% reconoce esa ventaja a la herramienta, mientras el 33.3% manifiesta que no está de acuerdo ni en desacuerdo, el 3.3% en desacuerdo y el 4.9% totalmente en desacuerdo, es decir, el 8.2% no reconoce esa ventaja, como se muestra en la gráfica siguiente.

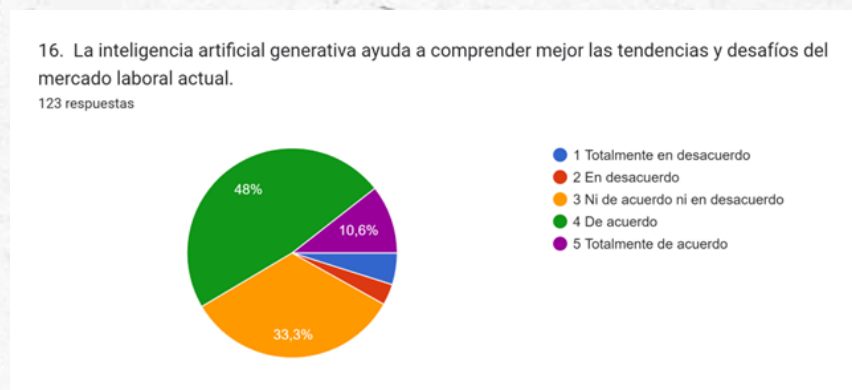


Figura 11. Percepción sobre la IAG para comprender los desafíos del campo laboral. Creación propia.

Finalmente, al cuestionar si se sentía más preparado con las competencias adquiridas mediante la IAG, el 53.3% respondió ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 9.8% en desacuerdo, 9.8% en total desacuerdo, es decir, el 19.6% no considera que la IAG los prepare para el mercado laboral. 21.3% está de acuerdo, el 5.7% totalmente de acuerdo, es decir, el 27% considera sentirse más preparado con las competencias que adquirió.



Figura 12. Resultados sobre la percepción de las competencias adquiridas con IAG. Creación propia.

De los resultados más sobresalientes, se pueden mencionar los siguientes: la mayoría conoce los sistemas de IAG, los emplean en sus actividades académicas, el más usado por la mayoría, el 69.1%, es Chat GPT, programa que permite conversar con una máquina, generando información real de acuerdo a lo consultado (UNESCO, 2023). Debido a que existen diversos modelos de lenguaje de IAG, el 37.1% señala que ha utilizado otros, distintos a los más populares. Por otra parte, el 71.6% coincide que la IAG contribuye con el aprendizaje para adquirir conocimientos y habilidades, como lo advierten Carbonell, Burgos, Calderón y Paredes (2023), quienes señalan que la educación está en una constante dinámica innovadora, siendo la tecnología y la inteligencia artificial las que ofrecen distintos beneficios para una formación integral de los estudiantes, que les permite enfrentar un contexto digital y automatizado.

Respecto a las competencias que se adquieren con la IAG, el 65.8% no considera que les proporcione la capacidad de análisis, a diferencia del 65% que les facilita adquirir el aprendizaje de nuevas tecnologías y herramientas empresariales, considerando que exploran de forma autónoma la tecnología, la aplican en tareas como evaluaciones, organizadores gráficos, textos académicos, diseño de estrategias comerciales, entre otras (Moya & Eaton, 2023). Otra de las competencias es la toma de decisiones empresariales, donde el 46.4% considera que la IAG mejora esa habilidad. Por otra parte, es importante destacar que en todas las preguntas existe un porcentaje significativo que se refiere a la opción “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, es decir, 22% al 53% no tiene clara la

función de la IAG o no la conoce o si la conoce no la ha explorado, por lo que su percepción no está definida.

Conclusiones

Después del análisis de resultados, se puede observar que la IAG tiene una gran utilidad, la mayoría coincide que fortalece el aprendizaje y desempeño académico, tiene ventajas para esforzarse menos en las tareas académicas, representando un reto para las IES y los docentes, quienes no deben rechazarlas sino aprovechar sus beneficios. Esta investigación permitió percibir que un número importante de estudiantes eligió la opción “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, es decir, no conoce o no ha interactuado con los modelos de IAG, pero también una mayoría, reconoce que los emplea en sus actividades académicas, asumen que les permite adquirir competencias profesionales; sin embargo, también admiten que no son cien por ciento formadoras o creadoras de conocimientos y habilidades que le sirvan para su desempeño laboral.

La IAG proporciona la posibilidad de personalizar el aprendizaje, eligen la que cubre sus necesidades y acceden a ella en el momento que la requieren. Fortalecen las competencias relacionadas con la creatividad, como el emprendimiento de nuevos negocios, estrategias de mercadotecnia, entre otras, que forman parte del perfil de egreso de la Ingeniería en Gestión Empresarial.

Bibliografía

- Carbonell-García, C. E., Burgos-Goicochea, S., Calderón-de-los-Ríos, D. O., Paredes-Fernández, O. W., (2023). *La Inteligencia Artificial en el contexto de la formación educativa. Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 6(12), 152-166. <https://doi.org/10.35381/e.k.v6i12.2547>
- Castillejos López, B. (2022). *Inteligencia artificial y entornos personales de aprendizaje: Atentos al uso adecuado de los recursos tecnológicos de los estudiantes universitarios*. *Educación*, 31(60), 9-24. <https://doi.org/10.18800/educacion.202201.001>
- Gallent-Torres, C., Zapata-González, A., & Ortego-Hernando, J. L. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: Una

- mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 29(2). <https://www.redalyc.org/journal/916/91676028011/>
- García-Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., & Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1). <https://www.redalyc.org/journal/3314/331475280001/>
- Marzal, M. Á. (2023). *La formación en competencias digitales para la virtualidad y la inteligencia artificial: Una nueva frontera de las multialfabetizaciones*. *Informatio*, 28(2), 90-125. <https://doi.org/10.35643/info.28.2.1>
- Medina-Pérez, J., & González-Campos, J. (2021). Construcción del perfil de egreso: Propuesta para la formación inicial docente en Chile. *Investigación Valdizana*, 15(3), 195-202.
- Moya, B. A., & Eaton, S. E. (2023). Examinando Recomendaciones para el Uso de la Inteligencia Artificial Generativa con Integridad desde una Lente de Enseñanza y Aprendizaje. *RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 29(2). <https://www.redalyc.org/journal/916/91676028012/>
- Norman-Acevedo, E. (2023). La inteligencia artificial en la educación: Una herramienta valiosa para los tutores virtuales universitarios y profesores universitarios. *PANORAMA*, 17(32), 1-10.
- Quiroz, E. (2007). Competencias profesionales y calidad en la educación superior. *REencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, 50, 93-99.
- Samanes, B. E., & Clares, P. M. (2018). Revolución 4.0, Competencias, Educación y Orientación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 4-34.
- Sierra, M. D. C. S. (2007). Inteligencia artificial en la gestión financiera empresarial. *Pensamiento & Gestión*, 23, 153-186.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2023). *ChatGPT e Inteligencia Artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido*, ED/HE/IESALC/IP/2023/12 <http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp>

Implementación de un sistema de gestión para asignación y seguimiento de plazas de servicio social y prácticas profesionales en la Facultad de QFB de la Universidad Veracruzana

Implementation of a management system to the allocation and monitoring of Social Service Places and Professional Practices at the Faculty of QFB at Universidad Veracruzana

Minerva Hernández Lozano
Marcos Fernando Ocaña Sánchez
Gabriel Arturo Soto Ojeda

Facultad de Química Farmacéutica Biológica

Ana Korina Díaz García

Facultad de Bioanálisis

Autor de correspondencia: minehernandez@uv.mx

Resumen

El servicio social es una actividad obligatoria y solidaria en la educación superior en México, mientras que las prácticas y estadías profesionales brindan oportunidades de aprendizaje para incorporación al mercado laboral. Como las instancias que coordinan estas actividades no suelen realizarlas de forma sistemática, nuestro objetivo fue implementar un sistema de gestión para la asignación, seguimiento y liberación de plazas en la Facultad de QFB Xalapa. La metodología incluyó 3 fases desarrolladas entre el 2018-2024: 1) diagnóstico, 2) implementación y 3) evaluación. Los resultados de la primera fase mostraron necesidades que se abordaron en la segunda etapa. En esta, se diseñaron 5 formularios digitales para promoción, se elaboró un catálogo digital con 46-50 instituciones públicas y privadas, se armonizó el proceso de asignación con

instituciones externas acorde a una metodología de mejora continua; se actualizó la página web de la Facultad, además de brindar estadísticas semestrales (ocupación de plazas 70%; preferencia por áreas de farmacia, clínica e investigación; satisfacción por la formación recibida mayor a 4.4/5 puntos). En la fase 3, los estudiantes refirieron satisfacción por el proceso. En conclusión, la implementación de este sistema de gestión es un referente de éxito respecto a otras carreras del área Técnica de la Universidad Veracruzana.

Palabras Clave: formación profesional, servicio social, prácticas profesionales, plazas, calidad.

Abstract

Social service is a mandatory and solidarity-based activity in Higher Education in Mexico, while professional internships provide learning opportunities for incorporation into the labor market. As the coordinating offices that manage these activities do not usually carry them out systematically, we aimed to implement a management system for assigning, monitoring, and releasing places, at the QFB Xalapa Faculty. The methodology included 3 phases that were developed between 2018 to 2024: 1) diagnosis, 2) implementation and 3) evaluation. The results of the first phase showed the needs that were addressed in the second phase. In this, 5 digital forms were designed for the promotion, a digital catalog was prepared with 46-50 public and private institutions, and the assignment process was harmonized with external institutions according to a continuous improvement methodology. The Faculty's website was updated, in addition to providing semi-annual statistics (70% occupancy; preference for pharmacy, clinical and research areas; satisfaction with the training received greater than 4.4/5 scores). In phase 3, students reported satisfaction with the process. In conclusion, the implementation of this management system is a benchmark of success compared to other careers in the Technical area of the Universidad Veracruzana.

Keywords: professional training, social service, professional practices, places, quality.

Introducción

El servicio social es una actividad solidaria y humanitaria en las instituciones de educación superior en México, que complementa el aprendizaje y la formación del estudiante universitario fuera del entorno académico, además de constituir un requisito de pregrado para estudios de licenciatura. Adicionalmente, las prácticas y estadías profesionales promueven la incorporación del alumno a contextos de aprendizaje situados en un ambiente laboral, que les permite refinar sus competencias al egreso a través del seguimiento directo de un responsable de la organización en la que se efectúe (FEDES, 2019). Actualmente, instituciones de educación superior afiliadas a la ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior de la República Mexicana) las han incluido como parte del plan de estudios para dotar a sus estudiantes de habilidades y competencias que sólo se adquieren en el mercado laboral real, constituyendo una oportunidad de aprendizaje adicional para incorporar en mejores condiciones a los estudiantes al concluir sus estudios (Macías Mozqueda, 2012; FEDES, 2019).

En la licenciatura de Químico Farmacéutico Biólogo región Xalapa de la Universidad Veracruzana (QFB-X-UV), un tipo de práctica profesional es las estancias de campo clínico, en donde los estudiantes desarrollan habilidades teórico-prácticas en áreas de Farmacia (Servicios farmacéuticos y Farmacovigilancia) y Clínica (Laboratorio clínico, Banco de sangre y Patología) en centros hospitalarios (Hernández Lozano *et al.*, 2019).

Si bien existen en las instituciones de educación superior departamentos o coordinaciones que gestionan la incorporación de estudiantes a las actividades profesionalizantes, suele haber dificultades para que cumplan sus metas debido a extrema burocratización en el trámite, escaso contacto con el sector social y productivo para reconocer las necesidades de recursos humanos y, pobre comunicación de sus funciones con los universitarios. Es muy común que los estudiantes no tengan claro cuáles son las instituciones que pueden recibirlos o realizan su formación profesional en cualquier lugar, donde no ponen en práctica los conocimientos, habilidades y valores fomentados en su carrera (Amaya Amaya *et al.*, 2017).

Por lo anterior, nuestro objetivo fue implementar un sistema de gestión para la asignación, seguimiento y liberación de plazas acordes al perfil del QFB en la Universidad Veracruzana, así como brindar datos de su aplicación, lo que permi-

tirá establecer acciones de mejora continua y cumplir además con los requisitos solicitados por organismos acreditadores del programa educativo (Reglamento interno de la Facultad de QFB, 2015).

Metodología

El desarrollo, implementación y evaluación del sistema de gestión para la asignación y seguimiento de plazas constó de las siguientes etapas:

Fase 1. Diagnóstico de la gestión realizada por la Coordinación de servicio social y vinculación.

Se aplicó un cuestionario de 5 preguntas a estudiantes que acreditaron estas actividades profesionales en el año 2016 y al Coordinador de servicio social y vinculación, detectándose las siguientes necesidades: a) formatos digitales para la solicitud y seguimiento de plazas hasta su liberación, b) catálogo de instituciones con convenio o acuerdo de colaboración, c) mejorar el proceso de promoción de plazas externas conforme el calendario escolar semestral, d) actualización del apartado de la Coordinación en la página web oficial, donde se incluyeran los formatos digitales, el proceso de promoción, catálogo de instituciones y otros materiales didácticos y, e) estadísticas de cada promoción para identificar la preferencia de los estudiantes y ocupación de los espacios ofrecidos.

Fase 2. Implementación de un sistema de gestión en la asignación, seguimiento y liberación de plazas.

Con los resultados del diagnóstico se propusieron las siguientes acciones:

- Diseñar formularios digitales para los documentos de promoción de plazas.
- Construir un catálogo digital a partir de información brindada por instituciones públicas y privadas del estado como tipo de plaza, turno, horario, plan de actividades, requisitos, etc.
- Armonizar el proceso de solicitud, asignación, seguimiento y liberación con instituciones externas a la UV conforme a una metodología de mejora continua.

- Actualizar los apartados de servicio social y prácticas profesionales de la página web e incluir materiales de apoyo.
- Realizar estadísticas semestrales sobre la ocupación de plazas y satisfacción por el aprendizaje adquirido.

Fase 3. Evaluación de la implementación del sistema de gestión.

Al concluir cada periodo escolar se aplicó vía remota una encuesta autoaplicativa diseñada en Forms Office de 8 ítems en escala de Likert con puntaje de 0-5 para valorar el sistema de gestión que incluyó: información sobre las actividades profesionalizantes, el proceso de asignación, seguimiento y liberación de plazas y la atención recibida por la Coordinación y las secretarías administrativas (responsables de brindar documentos membretados y sellados).

Todas las acciones realizadas contaron con el aval de la academia de formación para la investigación y el H. Consejo Técnico de la Facultad de QFB-X-UV.

Resultado y discusión

Fase 2. Implementación del sistema de gestión en la asignación, seguimiento y liberación de plazas.

- Diseño de documentos para la promoción de plazas a través de formularios digitales.

En el 2018 se elaboraron 5 formularios digitales para solicitud y liberación de plaza, carta de aceptación y liberación, así como registro de horas, con el software *Wondershare PDF element* versión 7 (ver ejemplo de registro de horas de servicio social y/o Prácticas o Estadía profesional en la figura 1).

REGISTRO DE HORAS DE SERVICIO SOCIAL y/o PRÁCTICAS PROFESIONALES
Elaboraron: Dra. Minerva Hernández Lozano / M.C. Marcos F. Ocaña Sánchez

Institución: _____

Nombre del Jefe inmediato: _____ Área /Dpto.: _____

Nombre del Prestador: _____ Matricula: _____ Bloque: _____

Período: _____ (Agosto-Enero / Febrero-Julio / Intersemestral)

Fecha	Actividades realizadas	Hora de Entrada	Hora de Salida	Total de horas	Firma de alumno	Vo. Bo. Jefe inmediato o responsable
Total de horas:						

Figura 1. Formulario de registro de horas. Fuente: elaboración propia.

- Catálogo digital de oferta de plazas.

El catálogo se construyó entre 2019-2020, incluyendo de 46-50 sitios de inserción para servicio social, prácticas profesionales, estadía profesional y campo clínico en Farmacia, en instituciones de la propia universidad, del Gobierno del Estado, de la Secretaría de Salud e Instituciones privadas (tabla 1). Desde entonces, se ha ido actualizando semestralmente (ver figura 2). Estrategias similares se han aplicado en otras instituciones, incluidas las licenciaturas en línea, para fortalecer la elección pertinente de plazas (Amaya Amaya *et al.*, 2017).

Tabla 1. Sitios de inserción para Servicio social, Prácticas profesionales y Estadía profesional. Fuente: elaboración propia.

Centros Hospitalarios, Unidades médicas y asociados fuera de la UV	Gobierno del Estado y otras con convenio con él
Centro de alta especialidad “Dr. Rafael Lucio” (CAE) Hospital Regional de Xalapa “Dr. Luis F. Nachón” (Civil) Centro Estatal de Cancerología “Dr. Miguel Dorantes Meza” (CECAN) Centro de Salud “Dr. Gastón Melo” Instituto Veracruzano de Salud Mental “Dr. Rafael Velasco Fernández” Hospital Naval de Especialidades Clínica hospital ISSSTE Xalapa IMSS (UMF-10, UMF-66, HGZ 11) Oficinas centrales de SESVER Hospital Ángeles Xalapa	Servicios Periciales de Veracruz SENASICA-SAGARPA CMAS CONAGUA COVEICYDET INECOL-BIOMIMIC LICONSA Laboratorio pecuario de Veracruz ANUIES
Universidad Veracruzana	Instituciones privadas
Programa UV-Peraj Clínica de salud reproductiva y sexual (CUSRS) Sistema de Atención Integral a la Salud (SAISUV) Ecodiálogo Centros (Micología aplicada, Investigaciones cerebrales, investigaciones Biomédicas) Institutos (Ciencias Básicas, Salud Pública, Neuroetología, Química Aplicada, Ciencias de la Salud, Biotecnología y Ecología aplicada) Facultades (QFB, Bioanálisis, Biología, Nutrición)	Laboratorios clínicos (Lucas Martín, Hemodiagnostic, Cáritas, CP Lab, Reyma, Edulab) Farmacias (Unión, Ave Fénix, Farmacias Xalapa, Droguería la Azteca) Industrias y Pymes (SAAV, Kirel, Orohealt, Soleté, Kirel) UMA “La Coruja”



Figura 2. Carátula del catálogo de instituciones e índice con hipervínculo a las páginas de cada institución. Fuente: elaboración propia.

- Armonización del proceso de solicitud, asignación y seguimiento de plazas con instituciones externas.

Las acciones realizadas para la armonización fueron:

a) Planeación de la promoción. Dos veces al año la Coordinación de Servicio social y Vinculación se puso en contacto con las instituciones incluidas en el catálogo para que indicarán sus necesidades reales de estudiantes en tiempos y espacios, lo que se registró en una tabla (Figura 3).

SITIOS AUTORIZADOS PARA LA REALIZACIÓN DE SERVICIO SOCIAL Y PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LA PROMOCIÓN INTERSEMESTRAL (ENERO 2023) y FEBRERO-JULIO (PROM 0223)
NOTA: Prioridad en la asignación SS de 1 año> SS 6 meses (480 h)> Práctica profesional (120h)

Institutos y Centros de Investigación UV
 Facultad de QFB-X-UV




DISPONIBILIDAD	ALUMNO	MOD.	CORREO	TELÉFONO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS				
1	 Dra. Gíomar Melgar Lalanne, LGAC: Microorganismos y metabolitos bioactivos gmelgar@uv.mx	SS	A disposición con el alumno. Semestral.	Presencial siguiendo el protocolo de sana distancia.
1	 Dra. Rosano Hernández Medel, LGAC: Aprovechamiento de los recursos biológicos medel@uv.mx	SS/PP	Turno matutino: 8:00-15:00h	Presencial siguiendo los protocolos de sana distancia.
2	 Dr. Omar Cortezano Arellano, LGAC: Síntesis total a partir de carbohidratos y desarrollo de nuevas metodologías sintéticas vía radicales libres. ocortezano@uv.mx	SS/PP	A disposición con el alumno. Semestral	Presencial siguiendo los protocolos de sana distancia. Si el estudiante tiene interés en la Experiencia Recepcional, oportunidad de tema para tesis de licenciatura en el área de síntesis orgánica.
		SS		
		PP		
2	 Dr. Ricardo Tovar Miranda, LGACs: Síntesis de compuestos con posible actividad biológica y Biocatálisis rtovar@uv.mx	SS/PP	A disposición con el alumno. Semestral, mañana y tarde	Presencial siguiendo protocolos de sana distancia.
		SS		
		PP		

Figura 3. Ejemplo de tabla con la oferta de plazas. Se modificaron las fotos por protección a datos personales. Fuente: elaboración propia.

b) Promoción. El proceso de solicitud y seguimiento de plazas, así como el documento anterior se brindó a los estudiantes en foros organizados por cuerpos académicos y se compartió, además, en la página de la Facultad (Figura 4).



Figura 4. Ejemplo de promoción semestral de Foros de Servicio social y Experiencia recepcional. Fuente: elaboración propia.

c) **Solicitud y asignación.** 2 semanas posteriores al foro se recibieron las solicitudes en los formatos digitales, acompañadas del cardex para demostrar avance crediticio superior a 80 %. Se construyó una base de datos en Excel, donde se categorizaron en Servicio social, Prácticas o Estadía profesional, asignando las plazas de acuerdo con los criterios de matrícula, avance crediticio y promedio general. Los resultados se dieron a conocer una semana después en la página de la Facultad (Figura 5). Menos del 5 % de estudiantes no alcanzó lugar en cuyo caso se les permitió elegir de la oferta sobrante en una 2ª promoción, que duró unos días más. Luego enviaron el formato digital de solicitud de carta de presentación, el cual se avaló por la Coordinación de Servicio social y las secretarías administrativas la elaboraron en físico en máximo 48h. Este documento lo entregaron en la institución de su interés donde les brindaron su carta de aceptación.

Cuando algún universitario rechazó la plaza o fue dado de baja por la institución, no se le permitió solicitar plaza el próximo periodo escolar. Si los edu-

candos sugirieron otro sitio no contemplado en el catálogo de instituciones, se solicitó a dicha dependencia información y se incorporó al catálogo y a las siguientes promociones.



SITIOS AUTORIZADOS PARA LA REALIZACIÓN DE SERVICIO SOCIAL Y PRÁCTICAS PROFESIONALES EN LA PROMOCIÓN INTERSEMESTRAL (JUNIO-JULIO 2023) y AGOSTO 2023-ENERO 2024 (PROM 0823)					
NOTA: Prioridad en la asignación SS de 1 año> SS 6 meses (480 h)> Práctica profesional (120h)					
	Clinica u Hospital SESVER		Clinica, Hospital, Laboratorio o Farmacia no dependiente de SESVER		
	Otras Instituciones públicas y privadas		Institutos y Centros de Investigación UV		Facultad de QFB-X-UV
7. CLINICA DE SALUD SEXUAL Y REPRODUCTIVA-UV (Córdoba Fraccionamiento Veracruz, Xalapa).					
DISPONIBILIDAD	ALUMNO	MODALIDAD	CORREO	TELÉFONO	TURNO
S19015616	Karla Yaneth	PP inter	karla_eslava@outlook.es	2281137344	Mat 8-14h
S19015686	Daniel de Jesús	PP inter	danielmartinezsoto2001@gmail.com	2284041611	Mat 8-14h
S19015606	Carlos Orlando	PP inter	Corlandohacosta@hotmail.com	2287540035	Mat 8-14h
S18013728	Luis Manuel	SS	Luis.rdz17o@gmail.com	9221393394	Mat 8-14h
S19029619	Denisse	SS	jaime_denisse@outlook.com	2282974714	Mat 8-14h
TOTAL		5			
8. LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS "LUCAS MARTÍN" (Banderilla, Ver.) Responsable: Q.F.B. Francisco Daniel Peña Córdoba.					
DISPONIBILIDAD	ALUMNO	MODALIDAD	CORREO	TELÉFONO	TURNO
S19015653	Ricardo Manasés	PP inter	richardmanases98@gmail.com	2941177892	Mat 8-14h
2		SS			Mat 8-14h
TOTAL		2			
9. LABORATORIO DE ANÁLISIS CLÍNICOS "HEMODIAGNOSTIC" Responsable: Q.C. con EHDL Emmanuel Hernández González.					
DISPONIBILIDAD	ALUMNO	MODALIDAD	CORREO	TELÉFONO	TURNO
S19029619	Denisse Jaime	PP inter Coatepec	jaime_denisse@outlook.com	2282974714	Mat 8-14h
S19015627	Samantha Nahomi	PP inter Coatepec	samanthafuentes1052@gmail.com	2284961638	Mat 8-14h
S19015631	Martha Amisadai	PP inter Xalapa	vibonomaitha@gmail.com	5624853105	Mat 8-14h
4		PP inter Xalapa			Mat 8-14h
5		SS-Coatepec			Mat 8-14h
6		SS/PP-Coatepec			Mat 8-14h

Figura 5. Ejemplo de tabla llena con la asignación de plazas. Se omitió información por protección a datos personales. Fuente: elaboración propia.

d) Seguimiento y evaluación de desempeño. Durante la asistencia de los estudiantes a su formación profesionalizante, tuvieron un académico que les dio seguimiento mediante exposiciones de actividades, entrega de reportes y documentos de evaluación de sus jefes inmediatos, recibiendo una calificación al concluir el periodo escolar y su carta de liberación, la cual es de importancia para contrataciones futuras.

- Actualización de información sobre la gestión de plazas de Servicio social y Prácticas profesionales en la página de la Facultad.

En 2018, se diseñaron infografías con los pasos clave de asignación de plazas, así como minivideos describiendo de forma rápida el proceso. Se actualizó y organizó como íconos en la página web oficial la información de los apartados de servicio social y prácticas profesionales incluyendo estos materiales y otros

documentos de interés (figura 6). Estas actividades coadyuvan además con las funciones de la Coordinación de servicio social y vinculación (Reglamento interno de la Facultad de QFB, 2019).



Figura 6. Apartado actualizado de Servicio social en la página web de la Facultad. Fuente: elaboración propia.

- Estadísticas semestrales sobre la ocupación de plazas y satisfacción por el aprendizaje adquirido.

Semestralmente, se ocupó 70 % de las plazas ofertadas y menos de 1% la rechazó o abandonó. En la figura 7 se muestran los espacios solicitados de servicio social (SS), Práctica Profesional (PP) o campo clínico en Farmacia (FCH) de febrero del 2016 a enero del 2024. Se aprecia que en el periodo febrero 2020–enero 2021 se tuvo la menor promoción por la pandemia por COVID 2019.

A partir de 2021 se dejaron de ofertar plazas hospitalarias de servicio social de 1 año por vencimiento de convenio, lo que se compensó con solicitudes a otras dependencias con duración de 6 meses y 480 h como mínimo. Hubo preferencia por el área de farmacia en centros hospitalarios, seguida de institutos o centros de investigación y la propia Facultad de QFB-X-UV. En este año inició la oferta en laboratorios clínicos privados y los estudiantes también la eligieron.

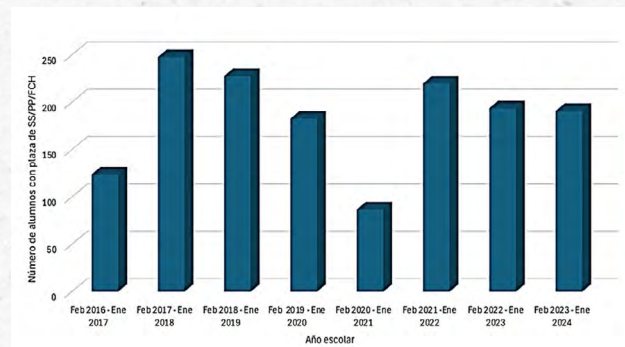


Figura 7. Plazas asignadas y ocupadas 2016-2024. Fuente: elaboración propia.

Sobre las plazas de práctica o estadía profesional con duración de 120 a 240h, los alumnos prefirieron al laboratorio clínico, seguido de dependencias de gobierno. Por la pandemia, en febrero 2020–enero 2021 optaron más por centros e institutos de investigación de la UV. En los últimos años se ha mantenido la tendencia por realizar esta formación dentro de la Facultad de QFB-X-UV, apoyando labores académicas, de gestión e investigación, lo que referimos de forma preliminar en un estudio previo (Hernández Lozano *et al.*, 2019).

En cuanto al grado de satisfacción de los estudiantes por la formación extra-universitaria recibida, en la tabla 2 se aprecia que tanto en servicio social como en Prácticas o Estadía profesional y Campos clínicos en Farmacia se sintieron satisfechos (puntuajes superiores a 4.4/5). Propusieron mejorar la comunicación entre académicos-jefes inmediatos (incluida la supervisión), que los jefes inmediatos les brinden un ambiente de confianza y seguridad y que el trato entre compañeros sea más cordial. Esto coincide con otros autores, quienes recomiendan atender estas necesidades en la formación profesionalizante (FEDES, 2019).

Tabla 2. Satisfacción de los estudiantes respecto a la plaza elegida. Fuente: elaboración propia.

	Nivel de satisfacción respecto al centro de prestación			
	Conocimientos adquiridos	Atención de jefes	Ambiente de trabajo	Trato entre compañeros
Servicio social	4.4 ± 0.3	4.9 ± 0.1	4.6 ± 0.2	4.9 ± 0.1
Prácticas profesionales	4.7 ± 0.2	4.7 ± 0.2	4.9 ± 0.1	5.0
Campo clínico en Farmacia	5.0	3.5 ± 1.0	3.8 ± 0.8	4.0 ± 0.7

Fase 3. Evaluación de la implementación del sistema de gestión en la asignación y seguimiento de plazas.

Los resultados del instrumento aplicado a los estudiantes muestran que se encontraron satisfechos con el sistema de gestión implementado para asignación, seguimiento y liberación de servicio social, prácticas o estadía profesional y campos clínicos en Farmacia por la Coordinación de servicio social y vinculación, al alcanzar al menos de 4 / 5 puntos en casi todos los rubros, donde se valoraron los conocimientos adquiridos sobre la importancia de la formación profesionalizante, el proceso de asignación de las plazas, la atención brindada por la Coordinación y por las secretarías administrativas (tabla 3). En este sentido, nuestros datos se mejoren a los obtenidos en otras licenciaturas, en las que se brinda atención a los universitarios sobre la formación profesional extra-universitaria y se sistematizan sus procesos de gestión de plazas (Macías Mozqueda, 2012).

Tabla 3. Satisfacción de los estudiantes respecto a la gestión de plazas. Fuente: elaboración propia.

	Nivel de satisfacción respecto a la gestión de plazas por la Coordinación de Servicio social y vinculación			
	Información sobre el proceso	Asignación de plazas	Atención coordinación	Atención administrativa
Servicio social	4.3 ± 0.3	4.3 ± 0.3	4.3 ± 0.2	4.0 ± 0.2
Prácticas profesionales	4.1 ± 0.3	4.4 ± 0.3	4.1 ± 0.3	4.4 ± 0.4
Campo clínico en Farmacia	5.0	4.0 ± 0.6	3.8 ± 0.8	4.0 ± 0.7

Conclusiones

El servicio social, las Prácticas y Estadías profesionales y los Campos Clínicos son actividades de gran relevancia para la formación del QFB. La asignación de estas plazas no es un proceso sencillo, debido a que participan muchos actores, se contemplan diversos documentos y tiempos, sin embargo, con el desarrollo e implementación del sistema de gestión descrito, el proceso ha mejorado, por lo que lo consideramos un ejercicio exitoso para incorporar a los estudiantes en instituciones de salud y del sector productivo, representando una diferencia significativa con otras carreras del área académica Técnica de la Universidad

Veracruzana, que además ha contribuido al mantenimiento de la acreditación del programa educativo. Algunos de los retos a los que se enfrenta este proceso de gestión son las mayores exigencias para brindar plazas por la Secretaría de Salud, la necesidad de actualización continua de instituciones, de manera que se preserven únicamente a aquellas que brindan una formación de calidad y, la falta de madurez de algunos estudiantes, que no concluyen estas actividades profesionales, a pesar de que son el medio idóneo para que interaccionen con potenciales centros de trabajo y la sociedad civil.

Bibliografía

- Amaya Amaya A, Ramos Martínez C, Castillo González L. (2017). El servicio social en los programas educativos en línea. *Apertura*, 9(1): 97-109.
- Macías Mozqueda EY. (2012). Significado de las prácticas profesionales. La experiencia de un grupo de alumnos de nutrición de la Universidad Guadalajara Lamar. *Revista Iberoamericana De Educación*, 59(3), 1-10.
- Formación Dual en la Educación Superior (FDES). (2019). Marco de Referencia Para La Formación Dual En la Educación Superior en México, Formación Dual En La Educación Superior. 2ª Ed. GTIES, SEP, ANUIES y FESE. CDMX. Disponible en: https://issuu.com/fesemx/docs/marco_de_referencia_formacion_dual
- Hernández Lozano M, Locia Espinosa J, Martínez Cruz NS, Ocaña Sánchez MF, Camacho Márquez TM. (2019). Formación profesional del QFB-UV 2018-2019: papel de la coordinación de servicio social. *Revista electrónica La Tutoría en las Instituciones de Educación Superior de la Red de Tutoría Región Sur Sureste de la ANUIES. Edición Especial Retos para la Innovación de la tutoría*. No. 1. Universidad Autónoma de Chiapas. Disponible en: <https://www.uv.mx/tutorias-anuies/files/2020/06/REVISTA-22052020.pdf/>
- Reglamento interno de la Facultad de Química Farmacéutica Biológica. (2015). Región Xalapa. Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://www.uv.mx/qfb/files/2015/12/Reglamento-Interno.pdf>

Precariedad laboral y el deterioro de las condiciones de trabajo: El impacto de la crisis financiera en el personal académico de la Universidad Autónoma de Nayarit

Job insecurity and deterioration of working conditions: The impact of the financial crisis on the academic staff of the Autonomous University of Nayarit

Martha Berenice Meza Dávalos
Aimée Argüero Fonseca

Universidad Autónoma de Nayarit
Autor de correspondencia: bere.meza@uan.edu.mx

Resumen

La crisis financiera de las universidades públicas en México es un problema complejo, situación que se ha manifestado de diversas formas, desde huelgas, paros y protestas, (causadas principalmente por falta de pago a profesores y empleados), disminución de derechos laborales, mayores cargas de trabajo, entre otros, (consecuencia de arbitrarios recortes presupuestarios). Sin embargo, esta precarización laboral ha tenido diversas repercusiones que van más allá de lo económico y laboral, pues también han impactado en la salud mental de los trabajadores. En este sentido, la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) ha sido una de las instituciones más afectadas por la crisis financiera de los últimos años. A pesar de los esfuerzos de reestructuración, aún sigue enfrentando grandes retos. La presente investigación es cuantitativa con un alcance descriptivo, el objetivo es conocer el impacto económico, laboral y emocional que padecen los docentes de la UAN, así como la percepción que tienen de la crisis financiera, el movimiento de huelga y la precarización laboral. Para ello, se realizó un muestreo probabilístico simple, para una población docente de 1,407 con un nivel de confianza del 95% y un margen de

error del 5.3%. La muestra estuvo integrada por 276 participantes (50.4% mujeres y 49.6% hombres), se utilizó encuesta escala tipo Likert autoadministrada distribuida a través de formulario Google, los datos se analizaron con el software SPSS. Del análisis de la información se concluye que la inestabilidad económica producto de la precariedad laboral ha generado un impacto negativo en el personal docente y que los resultados no son tan alarmantes por las acciones preventivas realizadas, sin embargo, a pesar de que existe un alto grado de compromiso laboral, las medidas de austeridad y la incertidumbre financiera pueden incrementar los niveles de ansiedad y repercutir en la salud mental de la comunidad académica.

Palabras Clave: Universidad en crisis, huelga, incertidumbre financiera, ansiedad, compromiso laboral

Abstract

The financial crisis of public universities in Mexico is a complex problem that involves multiple factors, a situation that has manifested itself in various forms, such as strikes, work stoppages, and protests, caused mainly by lack of payment to professors and employees, reduction of labor rights, increased workloads, among others, as a result of arbitrary budget cuts. However, this labor precariousness has had various repercussions beyond economic and labor issues, as it has also impacted the mental health of workers in university environments. In this sense, the Autonomous University of Nayarit (UAN) has been one of the institutions most affected by the financial crisis of recent years. Despite restructuring efforts, it still faces great challenges. The present research is quantitative with a descriptive scope, the objective is to know the economic, labor, and emotional impact suffered by UAN teachers, as well as their perception of the financial crisis, the strike movement, and labor precariousness. For this purpose, a simple probabilistic sampling was carried out, for a teaching population of 1,407, with a confidence level of 95% and a margin of error of 5.3%, the sample consisted of 276 participants (50.4% women and 49.6% men), a self-administered Likert scale survey was used, distributed through a Google form, and the data were analyzed with SPSS software. From the analysis of the information, it is concluded that the economic instability resulting from job insecurity has hurt

the teaching staff and that the results are not so alarming due to the preventive actions taken; however, although there is a high degree of work commitment, austerity measures, and financial uncertainty may increase anxiety levels and have repercussions on the mental health of the academic community.

Keywords: University in crisis, strike, financial uncertainty, anxiety, work engagement

Introducción

La crisis financiera de las universidades públicas estatales en México es un tema complejo que, en algunos casos, amenaza la autonomía en la toma de decisiones de estas instituciones forjadoras de profesionales. Entre las diversas manifestaciones de estas crisis encontramos huelgas, paros y protestas debido a problemas financieros, falta de pago a profesores y empleados, y recortes presupuestarios.

Entre las universidades que han enfrentado crisis financieras significativas en los últimos años se encuentra la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN). Ésta ha sido una de las instituciones más afectadas por la crisis financiera en los últimos años; a pesar de los esfuerzos de reestructuración, sigue enfrentando desafíos significativos (Valadez, 2023).

Marco contextual

La crisis financiera de la UAN

En el autodiagnóstico de la crisis financiera que emite la UAN a través de su página oficial, se describe el problema, cuyas causas son diversas, y, en el año 2020, se presentaron varios paros intermitentes debido a la falta de pago de aguinaldos y otras prestaciones (Hernández, 2020). En enero de 2021 se declara oficialmente iniciada la huelga de la UAN misma que concluye el 10 de marzo del mismo año.

Ente este panorama, se condicionó el acceso a recursos bajo el condicionamiento de la firma de convenios y la pérdida de derechos laborales. En 2021, la UAN firmó un convenio con el gobierno federal y estatal para recibir apoyo financiero. Como parte de este acuerdo, se implementaron medidas de austeri-

dad que incluyeron la revisión y modificación de contratos colectivos (Flores, 2021), algunos de los cambios incluyeron la eliminación de bonos y prestaciones adicionales, así como la congelación de nuevas contrataciones. Se implementaron medidas para optimizar las jornadas laborales, incluyendo la reducción de horas extras y la redistribución de cargas de trabajo (López, 2023). Se implementaron evaluaciones más rigurosas para la permanencia y promoción del personal académico. Algunos programas de estímulos y becas para docentes fueron suspendidos o reducidos significativamente.

La Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) ha efectuado un cambio controvertido en la modalidad de afiliación al IMSS para sus trabajadores, pasando de obligatoria a voluntaria, como parte de sus medidas de reestructuración financiera (Ramírez, 2022). Los sindicatos y grupos de trabajadores han expresado su oposición, argumentan que esta medida llevaría a la desprotección laboral y una posible precarización del empleo (Hernández, 2023; Martínez, 2023). Durante la gestión del rector Juan López Salazar (2010-2016), la universidad ya enfrentaba problemas financieros. En 2017, durante gestión de Jorge Ignacio Peña González (2016-2022), se reveló que se adeudaban más de 2,600 millones de pesos, lo que llevó a una crisis financiera sin precedentes (Valadez, 2017). La actual rectora, Norma Liliana Galván Meza, asumió el cargo en medio de esta crisis financiera. Ha enfrentado el desafío de buscar soluciones a los problemas financieros heredados (Galván Meza, 2023).

Precariedad laboral

El término “precariedad laboral” ha ganado relevancia en el contexto de la educación superior, especialmente en relación con la crisis financiera de las universidades públicas. Lo característico del precariado es la inseguridad laboral, que debilita el vínculo laboral y colectivo. La inseguridad se refleja en si será despedido el día de mañana, si le pagarán a tiempo o no, si recibirá apoyos o si conseguirá trabajo (Standing, 2011).

En el contexto mexicano, Ruiz Larraguivel (2020) destaca que la precariedad laboral se manifiesta de manera particular en el aumento de profesores de asignatura o tiempo parcial, quienes frecuentemente carecen de prestaciones laborales y estabilidad en el empleo. Señala que “el crecimiento desproporcionado

de profesores de asignatura en las universidades públicas mexicanas es un claro indicador de la precarización del trabajo académico, donde la flexibilidad laboral se ha convertido en sinónimo de inestabilidad” (Ruiz Larraguivel, 2020, p. 78).

Evidentemente, la situación que ha atravesado la UAN por la crisis financiera ha conducido a la precariedad laboral de sus trabajadores. Los movimientos de huelga, la mutilación del contrato colectivo de trabajo, la disminución de las prestaciones laborales, la incertidumbre de los pagos, los programas de austeridad y la sobrecarga de trabajo no retribuida han generado no sólo un problema financiero, por lo que se hace necesario identificar los efectos que trascienden al ámbito económico y familiar de los docentes.

La dimensión psicológica o emocional es otra de las áreas afectadas. El miedo, es una respuesta emocional a una amenaza inminente, real o imaginaria, mientras que la ansiedad es una respuesta anticipatoria a una amenaza futura” (APA, 2014, p. 189) por lo que se considera importante medir los niveles de ansiedad en la población docente para identificar la afectación haciendo una correlación de la ansiedad como Estado y la ansiedad como Rasgo. La primera, “conceptualizada como una condición emocional transitoria del ser humano, caracterizada por sentimientos de tensión y aprehensión, y la hiperactividad del sistema nervioso autónomo. Ésta es variable con el tiempo. La segunda, que señala una propensión ansiosa en la que los individuos tienden a percibir las situaciones como amenazadoras que elevan su ansiedad estado” (Spielberg *et al.*, 1998, p.8).

En este contexto, esta investigación parte de las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los impactos de la crisis financiera en el aspecto económico y laboral en el personal académico?
- ¿Cuáles son los efectos en el área emocional del profesorado?

Metodología

Esta investigación es de corte cuantitativo con un alcance descriptivo. El objetivo de la investigación es medir la percepción del personal académico de la UAN acerca de la crisis financiera y el impacto económico, laboral y emocional.

El muestreo fue de tipo probabilístico simple, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5.3%, considerando la población total de 1,407 do-

centes de acuerdo al Anuario Estadístico 2020-2021 de la universidad, la muestra estuvo integrada por 276 trabajadores académicos universitarios (UAN, 2023).

Se elaboró una encuesta diseñada como escala tipo Likert autoadministrada. El instrumento fue validado por expertos, posteriormente se llevó a cabo el pilotaje donde participaron 16 docentes, se distribuyó por medio de formulario Google y para el análisis de datos estadísticos se utilizó el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS).

La encuesta estuvo dividida en cuatro secciones, la primera, para medir la percepción del movimiento de huelga; la segunda, sección indaga los efectos en la economía familiar; la tercera, mide el impacto laboral relacionado; la cuarta sección indaga al impacto emocional donde se utilizó el Inventario de Ansiedad Rasgo-Estado (IDARE) diseñado para medir el factor la ansiedad como estado transitorio y la ansiedad como rasgo.

Resultados y discusión

Del perfil del participante

Hubo una participación casi equitativa en cuanto al sexo, con una proporción de 50.4% de hombres y 49.6% de mujeres. El personal participante comprende edades desde los 21 años hasta más de 70 años (Ver tabla 1).

Tabla 1. Características de la muestra en cuanto al rango de edad.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De 21 a 30	14	5.1	5.1	5.1
	De 31 a 40	91	33.0	33.0	38.0
	De 41 a 50	79	28.6	28.6	66.7
	De 51 a 60	72	26.1	26.1	92.8
	De 61 a 70	18	6.5	6.5	99.3
	De 71 en a	2	.7	.7	100.0
	Total	276	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia con resultados de la encuesta.

En cuanto al nivel académico predominante, 61.2% tiene licenciatura, el 37% Maestría y el 30.1% tiene doctorado. (Ver tabla 2).

Tabla 2. Características de la muestra en cuanto al nivel máximo de estudios.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Doctorado	83	30.1	30.1	30.1
	Licenciatura	86	31.2	31.2	61.2
	Maestría	102	37.0	37.0	98.2
	Posdoctorado	5	1.8	1.8	100.0
	Total	276	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia con resultados de la encuesta.

En cuanto a la situación laboral, el 93.1% de los participantes se encuentran adscritos con base sindical, mientras que el 6.9% es personal de contrato.

Percepción sobre el movimiento de huelga

En lo referente a la percepción que los participantes tienen sobre el movimiento de huelga, se encontró que el 95.29% manifiesta conocer las razones por la cuales se originó, en este sentido, el 89.13% encuentra en la falta de pago del salario y de las prestaciones, por otro lado, solo el 72.10% se identifica con el movimiento de huelga y el 67.03% creen que el movimiento es una verdadera lucha por sus derechos; en contraste, el 34.06% piensa que la huelga es una simulación.

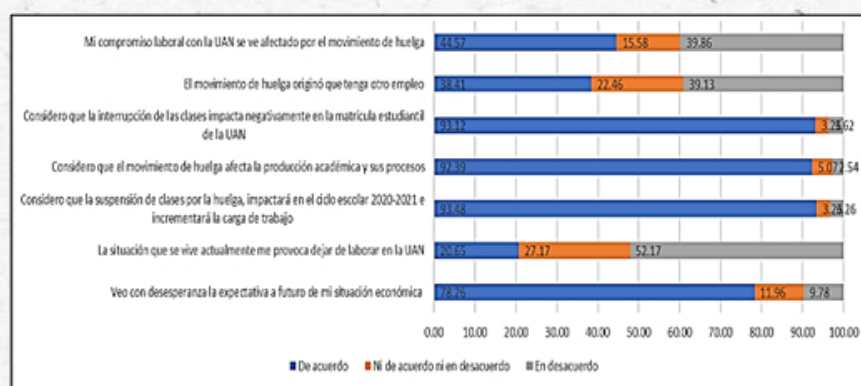
Repercusiones financieras en los docentes

La crisis financiera afecta el aspecto financiero, el 85.5% manifiesta que la falta de pago salarial y de prestaciones desestabiliza su situación económica; así mismo, el 83.3% expresa que, por falta de pago, la economía familiar se ve afectada y el 67% utiliza sus ahorros para financiarse durante este periodo; además, aceptan que la falta de ingresos ha provocado la disminución de la despensa familiar y 65.2% expresa haber cancelado algún tipo de servicio o actividad de esparcimiento. Además, el 64% expresa haber contraído alguna deuda o incumplimien-

to de pago, por lo que el 58.3% se ve en la necesidad de buscar otras fuentes de ingreso, el 85.5% consideran incierta la situación económica.

En cuanto al área laboral, el 93.2% está de acuerdo que ha impactado en la disminución de la matrícula, el 92.4% considera que ha mermado la producción académica; no obstante, el 39.8% del personal considera que su sentido de compromiso laboral no se ve afectado por la huelga (Ver figura 1).

Figura 1. Impacto laboral de la huelga en el personal académico.



Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Repercusiones en el estado emocional

En el área emocional, los resultados indican que el personal académico de la UAN muestra en su mayoría ansiedad de media a alta. El 55% presenta nivel de ansiedad media en Rasgo y Estado, indicando que tiene niveles adaptativos en el afrontamiento de la ansiedad derivado de que, aunque demuestra ser afectado por ella, pero posee los elementos para poder contrarrestarla.

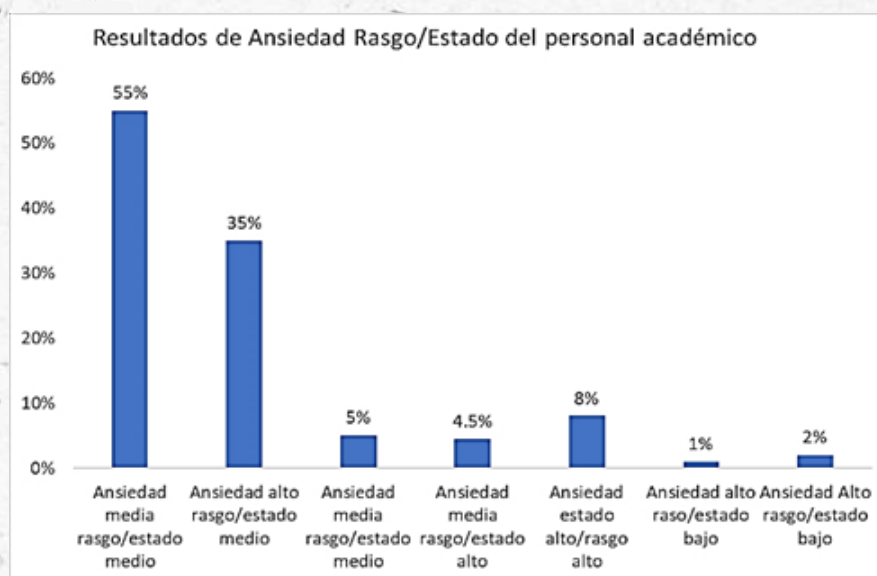
El 35% muestra niveles altos de ansiedad como Rasgo; sin embargo, la ansiedad como Estado, que se relaciona con un evento transitorio, se encuentra en nivel medio. Esto revela que dicha población maneja permanentemente altos niveles de ansiedad de manera personal, por lo tanto, el impacto del evento estresante no le afecta de manera significativa.

Hay un 5% de los encuestados que presenta niveles de ansiedad media como rasgo, lo que manifiesta que mantiene un nivel adaptativo para manejar la ansie-

dad; no obstante, la ansiedad como estado es alta, por lo que la situación problemática o frustrante le afecta significativamente.

Existe un 8% de la muestra que presenta niveles extremos de ansiedad, Estado y Rasgo alto, lo que denota la incapacidad que tiene para manejar la presión del ambiente y la presencia de respuestas desadaptativas ante situaciones estresantes, por lo que debieran requerir intervención o apoyo para manejar esta alteración.

Figura 2. Resultados de la medición de ansiedad Rasgo/Estado en el personal académico.



Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta.

Conclusiones

Se deduce que, derivado de las experiencias previas vividas por la inestabilidad financiera de la UAN y que trajo una serie de eventos entre los que destaca la huelga en el año 2021, se ha llevado a los trabajadores a vivir en incertidumbre. La dificultad para acceder a recursos extraordinarios, los programas de austeridad, las modificaciones al contrato colectivo de trabajo, pérdida y/o disminución de las prestaciones laborales, el cese de contrataciones, bases y reclasificaciones, provocan una situación precariedad laboral.

En cuanto a la situación académica de la universidad, se considera que ha impactado de manera negativa, y se ve reflejado en disminución de la matrícula y la disminución de la producción académica, sin embargo, existe un alto grado de compromiso institucional por parte del personal docente. Por otro lado, se infiere que, poco más de la mitad de los docentes (55%) presentan niveles de ansiedad media, situación que les permite afrontarla sin que el evento estresante o situación problemática como la huelga, les afecte de manera significativa; el 35% muestra niveles altos de ansiedad como rasgo, y como estado, media denotando que manejan altos niveles de ansiedad y el impacto del evento estresante no le afecta significativamente. Sin embargo, existe un porcentaje del 13% que maneja niveles extremos de ansiedad, por lo que afecta sobremanera debido a que presenta conductas desadaptativas e incapacidad para afrontar la presión por lo que requieren de apoyo o intervención.

Es importante generar estrategias que faciliten la atención hacia esta población, como medida preventiva del cuidado de la salud psicológica de sus trabajadores.

Bibliografía

- APA. (2014). *DSM-5: Manual diagnóstico Y estadístico de los trastornos mentales*. American Psychiatric Association.
- Flores, M. (2021, 15 de marzo). UAN firma convenio de apoyo financiero con condiciones de austeridad. *El Sol de Nayarit*. Accesado el 2 de septiembre de 2024.
- Galván, N. L. (2023, 10 de febrero). Informe de gestión rectoral UAN 2022-2023. Universidad Autónoma de Nayarit. Accesado el 2 de septiembre de 2024.
- Hernández, R. (2020, 5 de diciembre). Continúan paros intermitentes en la UAN por falta de pago. *Nayarit en Línea*. Accesado el 2 de junio de 2024.
- Hernández, R. (2023, 5 de marzo). Sindicatos universitarios se oponen al cambio de modalidad del IMSS. *Nayarit en Línea*. Accesado el 2 de septiembre de 2024.
- López, A. (2023, 20 de enero). Nuevas medidas de optimización laboral en la UAN. *Meridiano de Nayarit*. Accesado el 2 de julio de 2024.
- Martínez, C. (2023, 8 de abril). Preocupación por posible precarización laboral en la UAN. *La Jornada*. Accesado el 2 de julio de 2024.

- Navarro, E. (2019, 25 de octubre). SETUAN inicia paro de labores en la UAN. NTV Noticias. Accesado el 2 de julio de 2024.
- Ramírez, J. (2022, 25 de noviembre). UAN transita al IMSS: cambios y desafíos para la comunidad universitaria. Realidades de Nayarit. Accesado el 2 de julio de 2024.
- Ruiz Larraguivel, E. (2020). La precarización del trabajo académico en las universidades públicas mexicanas: Una mirada desde la perspectiva de los profesores de asignatura. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 11(31), 70-93. Accesado el 2 de julio de julio de 2024. Disponible en <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2020.31.707>
- Standing, G. (2011). *The Precariat: the new dangerous class*. London: Bloomsbury, 198 pp. p. 402 Accesado el 12 de julio de julio de 2024. Disponible en <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/42866/24750>
- Spielberg, C. d., Gorsuch R. L. y Lushene R.E. (2015) STAI Cuestionario de ansiedad rasgo estado. (9ª ed.) TEA Ediciones. Accesado el 2 de junio de julio de 2024. Disponible en <http://www.web.teaediciones.com/Ejemplos/STAI-Manual-Extracto.pdf>
- UAN (2019) Autodiagnóstico. *La crisis financiera de la Universidad Autónoma de Nayarit*. Accesado el 2 de mayo de 2024. Disponible en http://www.uan.edu.mx/d/avisos/2019/apoyo_financiero_extraordinario_2018/RESUMEN_EJECUTIVO_UAN.pdf
- UAN (2023) *Anuario Estadístico 2021-2022*. Accesado el 3 de junio de julio de 2024. Disponible en <https://planeacion.uan.mx/anuario/Anuario-Estadistico-2021-2022.pdf>
- Valadez, A. (2017, 15 de febrero). Crisis financiera en la Universidad Autónoma de Nayarit. *La Jornada*. Accesado el 2 de julio de 2024.
- Valadez, A. (2018, 15 de febrero). Crisis financiera en la Universidad Autónoma de Nayarit. *La Jornada*. Accesado el 2 de julio de 2024.
- Valadez, A. (2023, 18 de enero). UAN: Persisten desafíos financieros pese a esfuerzos de reestructuración. *La Jornada*. Accesado el 2 de julio de 2024.

Las habilidades blandas como parte de la formación integral de los ingenieros

Soft skills as part of the comprehensive training of engineers

Nila Candelaria de la Cruz Tadeo
Geinny Otero Reséndiz

Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Autor de correspondencia: ndelacruz@itesco.edu.mx

Resumen

Tradicionalmente, la formación profesional del ingeniero se ha centralizado en la enseñanza de las herramientas y aspectos relacionados propiamente con la especialidad en la cual se encuentra, considerándose prioritarias para su desempeño profesional, logrando así el manejo de las que se conocen como “habilidades duras”. Ante esta perspectiva, en la actualidad se ha tratado incorporar una visión integral del ser humano, y como tal, se ha reconocido la necesidad de fortalecer otros aspectos para su formación, los cuales se conocen como “habilidades blandas”.

El Tecnológico Nacional de México es, hoy en día, una de las instituciones que forma la mayor parte de los ingenieros en nuestro país, con una visión que da la apertura para el desarrollo de profesionales integrales, incorporando en sus planes y programas de estudio aspectos que se consideran permiten la consecución de seres humanos holísticos, efectivos y productivos para la sociedad.

Es así que, no obstante, se hace una labor para incluir aspectos de habilidades blandas adecuadas para el desempeño de los egresados de ingeniería, determinar la pertinencia de lo que se ofrece en el aula y lo que la sociedad demanda es una perspectiva que debe considerarse, por lo que se realizó una investigación de campo, en función de una muestra representativa de líderes del sector productivo de la Región Sur del Estado de Veracruz respecto a los egresados de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial. Se aplicaron técnicas con el objetivo principal de conocer su opinión con respecto a lo que los Ingenieros egresados del ITS muestran y su relación con lo que sus organizaciones necesitan, a fin de

poder determinar el nivel de correspondencia entre lo que se proporciona en las aulas en relación a las habilidades blandas y lo que en la actualidad se requiere para desempeñarse correctamente en el ámbito laboral.

Palabras Clave: Pertinencia, habilidades blandas, ingeniería.

Abstract

Traditionally, the professional training of engineers has focused on teaching the tools and aspects related to the specialty in which they are located, considering them as priorities for their professional performance, thus achieving the management of what are known as “hard skills”. Given this perspective, an attempt has currently been made to incorporate a comprehensive vision of the human being, and as such, the need to strengthen other aspects for their training, which are known as “soft skills”, has been recognized.

The National Technological Institute of Mexico is, today, one of the institutions that trains the majority of engineers in our country, with a vision that opens the door for the development of comprehensive professionals, incorporating into its study plans and programs aspects that are considered to allow the achievement of holistic, effective and productive human beings for society.

Thus, although work is being done to include aspects of soft skills suitable for the performance of engineering graduates, determining the relevance of what is offered in the classroom and what society demands is a perspective that must be considered. Therefore, a field investigation was carried out, based on a representative sample of leaders of the productive sector of the Southern Region of the State of Veracruz regarding the graduates of the Business Management Engineering degree. Techniques were applied with the main objective of knowing their opinion regarding what the Engineers who graduated from ITS show and its relationship with what their organizations need, in order to determine the level of correspondence between what is provided in the classrooms in relation to soft skills and what is currently required to perform correctly in the workplace.

Keywords: Relevance, soft skills, engineering.

Introducción

Hoy en día existe la necesidad de individuos mejor preparados para satisfacer adecuadamente las necesidades sociales, tanto en los contextos personales como en los laborales, y es, hoy por hoy, un reto continuo a vencer en el ámbito educativo, considerado como uno de los principales responsables en la formación de los profesionistas que incursionan en los diferentes sectores económicos existentes.

Inicialmente, la formación educativa de los ingenieros se ha desarrollado dentro de los límites preponderantemente técnicos especializados; empero, hoy en día se ha reconsiderado la necesidad de superar los conocimientos exclusivamente teórico-prácticos, enfocados a los aspectos principalmente técnicos, para conformar futuros profesionistas en un contexto integral, incorporando elementos de formación personal denominados “habilidades blandas”, lo que se busca para coadyuvar a mejorar el desempeño profesional conveniente a los requerimientos establecidos en el ámbito laboral, determinando y señalando con ello la relevancia de una verdadera vinculación entre lo proporcionado en el ámbito educativo y los requerimientos en el ámbito laboral.

La intención de la presente investigación es, en todo momento, verificar lo que se proporciona intramuros y lo que se requiere por parte de las organizaciones en donde contribuirán efectivamente los futuros ingenieros, con lo cual se puedan establecer las bases para propuestas de adecuaciones entre lo que se enseña por parte de las instituciones educativas y lo que se requiere por parte del sector laboral, realizándose a través de una investigación de campo en las principales organizaciones de la Región Sur del Estado de Veracruz quienes contribuyeron a los resultados logrados.

Metodología

Un hecho aceptado es la necesidad de la existencia de la institucionalidad como parte de la formación integral de los estudiantes de ingeniería, pues ya en 1999, Maturana y Guzmán indicaban que “hoy día, la instauración moderna de sociedad, apela a la institución escolar para la formación de las nuevas generaciones orientada al desarrollo de conocimientos y habilidades esenciales que resulten complementarias a las tradicionales y les permitan a los sujetos que se forman,

dar respuesta acertada a las demandas de un mundo globalizado y cambiante. Se trata de las competencias blandas (CB) o habilidades socioemocionales” (Maturana, 1999), por lo cual, lo esencial era determinar si lo que se planteaba teóricamente era pertinente para lo que las empresas demandan, por lo cual se realizó una investigación de campo, aplicando las técnicas de entrevista y encuesta a una muestra de representantes de las organizaciones del entorno.

La aplicación de los instrumentos se llevaría a cabo por un periodo de alrededor de 3 meses, en donde se aplicaron los instrumentos de entrevistas y encuestas a directivos o jefes de área de organizaciones relacionadas con los residentes y/o egresados del área de gestión empresarial, con lo cual se logró establecer una comunicación directa, obteniendo resultados esenciales que posibilitarán posibles sugerencias o recomendaciones sobre la forma de desarrollar y los contenidos que se proporcionan por parte del Tecnológico de Coatzacoalcos.

Los instrumentos se estructuraron en función de un estudio llevado a cabo en 15 países, planteado en el Word Economic Forum, y donde se han identificado lo que consideraron las *Soft Skills* que los expertos consideraron indispensables en el año 2020, y de las que ha hecho eco Easyrecrue en su eBook “¿Cómo detectar las *Soft Skills*? 100 preguntas pertinentes para hacer en tus entrevistas de selección de personal”.

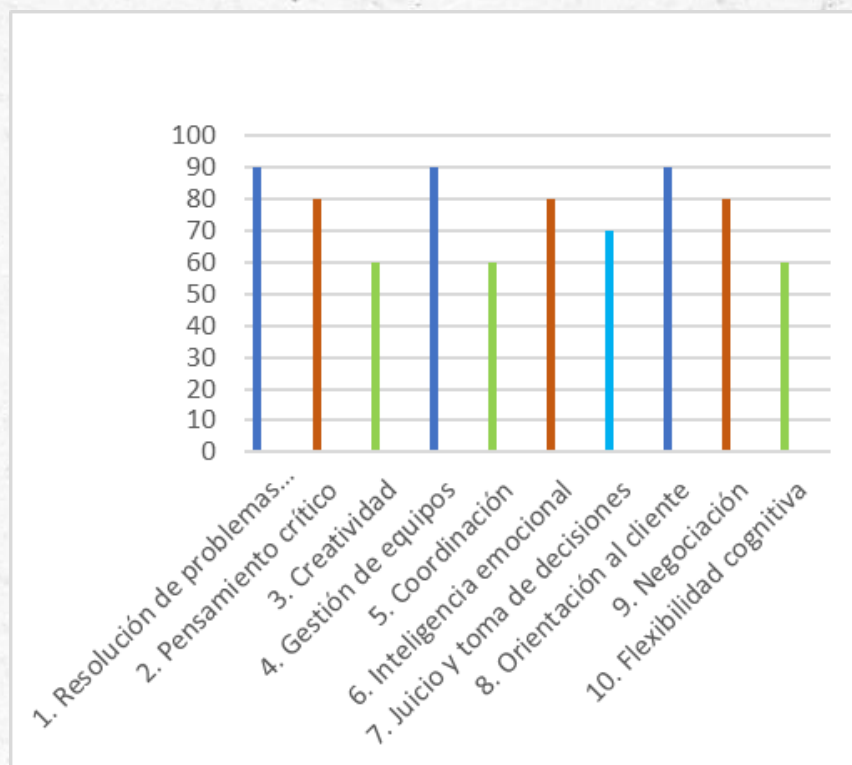
De acuerdo al Word Economic Forum, “el Top-10 de habilidades blandas más demandadas en el entorno laboral ese año fueron: 1. Resolución de problemas complejos 2. Pensamiento crítico 3. Creatividad 4. Gestión de equipos 5. Coordinación 6. Inteligencia emocional 7. Juicio y toma de decisiones 8. Orientación al cliente 9. Negociación y 10. Flexibilidad cognitiva” (Word Economic Forum, 2020).

Es así que se consideró esencial evaluar estas competencias clave, con el objetivo de medir aspectos como la adaptabilidad, la ambición, la creatividad, curiosidad, las habilidades comunicativas o la capacidad de gestionar el estrés, a partir de lo cual se diseñaron los instrumentos y se desarrolló la investigación considerando una muestra de 38 empresas de la región, a fin de determinar las necesidades de habilidades blandas por parte de los Ingenieros en Gestión Empresarial que se involucran en sus organizaciones o que pudiesen necesitar en ellas, haciendo uso de estrategias mixtas, tanto cuantitativas como cualitativas, en función de un cuestionario diseñado para identificar las necesidades de habilidades blandas en las empresas y una entrevista semiestructurada.

Resultados y discusión

A partir del trabajo desarrollado y los resultados obtenidos, se logró determinar que, si bien los egresados de Ingeniería en Gestión Empresarial del ITS Campus Coatzacoalcos muestran las habilidades duras y blandas necesarias para la realización adecuada de sus actividades laborales, en lo que corresponde a las segundas indican que es importante fortalecer algunas, ya que en la práctica son necesarias, los resultados obtenidos en cuanto al nivel de interés en las habilidades blandas por parte de los representantes de las organizaciones, se muestra en la figura 1.

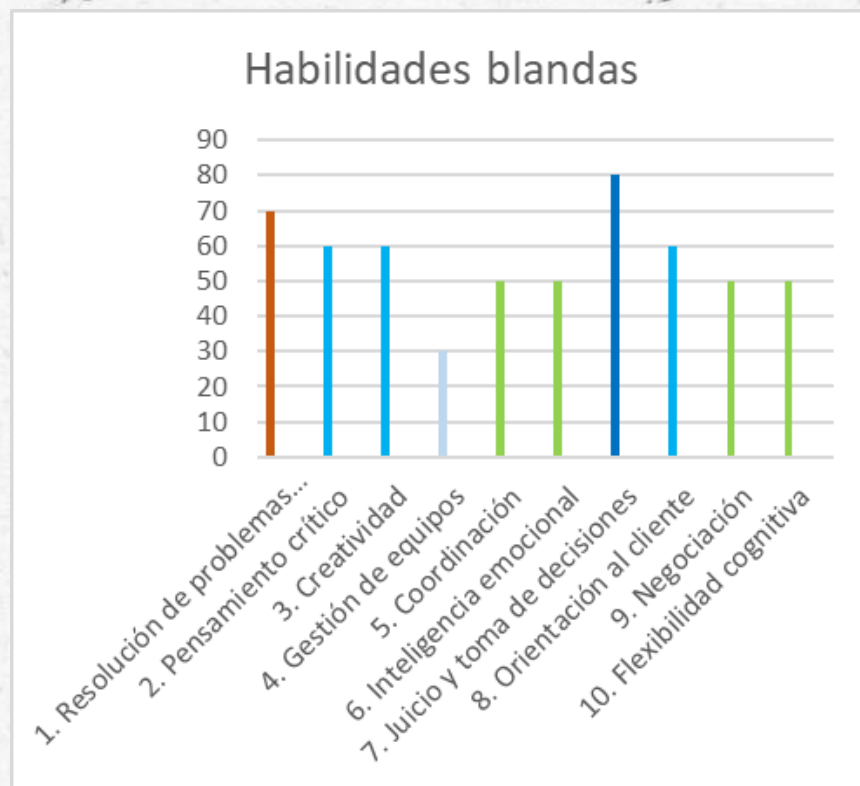
Figura 1. Resultados de importancia de las habilidades blandas para las empresas.



Nota: La resolución de problemas, gestión de equipos, orientación al cliente se consideran los aspectos esenciales para mostrarse en el ámbito laboral.

Cuando se cuestionó respecto a la demostración de las habilidades blandas por parte de los estudiantes y/o egresados de la carrera de Gestión Empresarial con las que contaban, manifestaron los resultados que se muestran en la figura 2.

Figura 2. Habilidades blandas de los residentes y/o egresados de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.



Nota: Se determinó que la habilidad que más muestra es el Juicio y toma de decisiones, y la que menos es la gestión de equipos, esencial para las empresas.

Características como la buena actitud, el pensamiento crítico, las habilidades comunicacionales, el manejo del tiempo, entre otras, son parte de las habilidades blandas, las que se refieren a aspectos no únicamente cognitivos del ser humano, sino aptitudes que le permiten interactuar con sus pares dentro del ambiente laboral y desenvolverse en la sociedad, lo que hoy en día es necesario tanto a nivel educativo como empresarial, como lo mencionó Espinoza en el año 2020.

Indudablemente, la necesidad de ellas no fue cuestionada, pero dentro de los resultados se mostraba la dificultad de que se puedan expresar todas de manera amplia y en la práctica laboral, aunado a la necesidad de complementar con algunas que no se manifiestan como se requiere.

Conclusiones

Las habilidades blandas son importantes en la formación de los ingenieros, por lo cual, la visión de su inclusión en planes y programas de estudios es necesaria, por lo cual esta visión debe existir considerando la necesidad de una constante revisión, y por consecuencia, actualización, de lo que se requiere en por parte del sector empresarial, con la finalidad de que exista una congruencia y correlación entre la escuela y el ámbito laboral.

Se deja como posibilidad el que se pueda seguir desarrollando esa investigación en otras áreas de especialidad, para verificar las habilidades blandas que son genéricas y básicas para los egresados, con lo cual se den las bases para realizar una revisión de los programas de estudio, a fin de fortalecerlos, dando alternativas de cursos o talleres que complementen las habilidades blandas de los futuros ingenieros, de tal manera que se logren personas más satisfechas personalmente y que correspondan efectivamente, a través de su formación, con la sociedad actual.

Bibliografía

- Espinoza Mina, M. A., & Gallegos Barzola, D. (2020). Habilidades blandas en la educación y la empresa: Mapeo Sistemático. *Revista Científica UISRAEL*, 7(2), 39–56. Disponible en: <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n2.2020.245>
- Hernández Herrera, Claudia Alejandra, & Neri Torres, Juan Carlos. (2020). Las habilidades blandas en estudiantes de ingeniería de tres instituciones públicas de educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), e047. Epub 18 de noviembre de 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.678>
- Maturana Moreno, G. y Guzmán Chitiva, F. (2019). Las competencias blandas como complemento de las competencias duras en la formación escolar. *Euritmia. Investigación, Ciencia y Pedagogía*, 1, 2-13. Disponible en: https://cliic.org/Revista-Euritmia/Euritmia-Vol-1_c.pdf
- Rojas Gallo, R. (2020). Habilidades blandas en estudiantes de ingeniería, un estudio comparativo. *Revista IECOS*, 21(1), 71–87. Disponible en: <https://doi.org/10.21754/iecos.v21i1.1071>

Enseñanza de la ciencia, la tecnología y medio ambiente: Estrategia para el desarrollo de conocimientos y valores

Teaching of science, technology and environment: Strategy for the development of knowledge and values

Geinny Otero Reséndiz
Nila Candelaria de la Cruz Tadeo

Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Autor de correspondencia: goteror@itesco.edu.mx

Resumen

Actualmente, la educación formal es insuficiente si se plantea desde una perspectiva meramente tradicional y reproductiva; no obstante, establece la posibilidad de buscar nuevas alternativas para la enseñanza y el aprendizaje en la búsqueda del desarrollo y generación de nuevas ideas. Es esencial reconocer la importancia de la enseñanza de la ciencia, tecnología y el medio ambiente como prioritaria en la formación de los educandos, lo que sin duda se plantea como un compromiso para los estudiantes de los distintos niveles educativos, quienes se ven plagados de acciones relacionadas con estos aspectos, no obstante, surge la necesidad de analizar la pertinencia de esta enseñanza para la consecución de su aprendizaje, y aún más, como base para coadyuvar al desarrollo de personas con una visión para la contribución hacia la ciencia, la tecnología y el medio ambiente.

Si bien el compromiso hacia una perspectiva científico-tecnológica-ambientalista forma parte de todos los niveles educativos, es indudable que conforme los estudiantes se van acercando al nivel superior también se incrementa la necesidad de un mayor análisis y aplicación de lo que plantea en las escuelas, debiendo mantener una perspectiva basada en la creatividad.

En este orden de ideas, se planteó la propuesta de vinculación entre niveles educativos como una posibilidad de aprendizaje con beneficios bidireccionales,

en donde a partir del diseño y transmisión de ideas y conocimientos relacionados con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente por parte de los estudiantes de nivel superior hacia niveles educativos básicos, se obtuvieron aprendizajes en los actores (de ambos niveles) que formaron parte de este proceso, tanto en el sentido cognitivo, actitudinal y valorativo, sentando las bases para una perspectiva de personas que contribuyen efectivamente al desarrollo de la sociedad a través de la transmisión y recepción de propuestas para el aprendizaje de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente de forma extra reticular, privilegiando el trabajo experimental y lúdico para tal efecto.

Palabras Clave: Enseñanza, ciencia, tecnología, conocimientos, valores.

Abstract

Currently, formal education is insufficient if it is approached from a merely traditional and reproductive perspective; however, it does establish the possibility of seeking new alternatives for teaching and learning in the search for the development and generation of new ideas. It is essential to recognize the importance of teaching science, technology and the environment as a priority in the training of students, which is undoubtedly posed as a commitment for students at different educational levels, who are plagued by actions related to these aspects. However, there is a need to analyze the relevance of this teaching for the achievement of their learning, and even more, as a basis to help develop people with a vision for contributing to science, technology and the environment.

Although the commitment to a scientific-technological-environmental perspective is part of all educational levels, it is unquestionable that as students approach higher education, the need for greater analysis and application of what is proposed in schools also increases, and a perspective based on creativity must be maintained. In this order of ideas, the proposal of linking between educational levels was proposed as a learning possibility with bidirectional benefits, where based on the design and transmission of ideas and knowledge related to science, technology and the environment by higher level students towards basic educational levels, learning was obtained in the actors (from both levels) who were part of this process, both in the cognitive, attitudinal and evaluative sense,

laying the foundations for a perspective of people who contribute effectively to the development of society through the transmission and reception of proposals for learning science, technology and the environment in an extra-reticular way, privileging experimental and recreational work for this purpose.

Keywords: Teaching, science, technology, knowledge, values.

Introducción

La enseñanza de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente es necesaria para lograr la conformación personas productivas, en búsqueda del desarrollo y generación de nuevas ideas, con una conciencia de las implicaciones de las acciones que se realizan y sus posibles efectos en el mundo actual.

En este contexto, la trasmisión efectiva de aspectos relacionados con la ciencia, tecnología y el medio ambiente es básica para la formación de los estudiantes desde los distintos niveles educativos, empero, el compromiso se acrecenta en el nivel superior, por lo cual, la importancia que retoma la enseñanza de la ciencia y la tecnología se considera ineludible en la educación formal, debido a que es uno de los principales compromisos que se tienen, ya que dichos aspectos se encuentran en diversos contextos y circunstancias.

Los estudiantes de los distintos niveles educativos se ven plagados de acciones relacionadas con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, pero es necesario estudiar la pertinencia de esta enseñanza para la consecución de su aprendizaje, y la generación de ideas, a través de estrategias que posibiliten una comprensión necesaria para su posterior aplicación.

Metodología

El interés indudable en la vinculación entre ciencia, tecnología y medio ambiente es necesario desde una perspectiva de una enseñanza con un enfoque significativo, con el uso de diferentes estrategias y herramientas, tal como lo señaló Pérez en el 2024, considerando el hecho indudable de la afirmación que indica que “la integración de la tecnología en proyectos educativos auténticos y significativos no solo promueve el aprendizaje activo y colaborativo, sino que tam-

bién prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de una sociedad cada vez más digitalizada y globalizada” (Pérez, 2024), implicando la necesidad de la ciencia y la tecnología en la enseñanza, con un referente ante la realidad prevaleciente, como lo es el medio ambiente. Torres, en el mismo año, señala la importancia de analizar un elemento invaluable para el aprendizaje, el cual indica como “el principio de la vinculación de la educación con la vida, el medio social y el trabajo: en los ejercicios se vinculan los conocimientos con la vida en que se desenvuelve el estudiante con el medio social y la práctica social donde los aplica” (Torres, 2024), exaltando la necesidad de la práctica ante la teoría, para trabajar con tales elementos.

En este orden de ideas, la necesidad de una perspectiva para la enseñanza de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente se encuentra en congruencia con el Enfoque Steam (Ciencia, Ingeniería, Tecnología, Artes y Matemáticas), en donde se da relevancia a que las “ciencias e investigación en educación superior mejora la creatividad, la motivación, el compromiso de los estudiantes, así como la evaluación y el aprendizaje. Además, su versatilidad se demuestra en su aplicación exitosa en diversas ciencias, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos interdisciplinarios” (López, 2024), absolutamente necesario para el desarrollo de conocimientos, habilidades e, inclusive, valores.

En el año 2017, Gordillo señaló la necesidad de resaltar “las dos finalidades básicas de la educación CTS: acercar y hacer accesibles la ciencia y la tecnología a los ciudadanos y propiciar hábitos para la participación pública en su gobierno y control” (Gordillo, 2017), lo que sin duda marca el desarrollo de la investigación realizada en el Sur del Estado de Veracruz, a partir de la realización de un pre experimento, el cual inició con el diseño de estrategias para la enseñanza de la ciencia, tecnología y el medio ambiente, realizadas por los estudiantes de nivel superior quienes participaban en la actividad; sus principales características a considerar era que llevaran a cabo actividades prácticas, que incluyeran contenidos necesarios para generar un pensamiento científico-tecnológico con una perspectiva ambiental.

Se determinó trabajar con estudiantes de educación básica debido a que, si bien es cierto que existe una enseñanza de la ciencia y la tecnología, sumada con la comprensión del medio ambiente, en muchas ocasiones no se genera un inte-

rés por estas disciplinas, tal fue el caso que se realizó una preprueba con la cual se determinó la necesidad de incrementar el interés por ellas.

A partir de ellos, se realizó el diseño de una propuesta de trabajo de CTMA (Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente) la cual se implementó durante 8 semanas con el grupo de estudiantes de nivel superior que se vinculó con los estudiantes de nivel básico; posteriormente se implementaron ideas y desarrollaron estrategias prácticas relacionadas con la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, para que, al concluir el proceso, se realizara una posprueba de los estudiantes que participaron, verificando los resultados obtenidos.

En el caso de los estudiantes de nivel superior, se analizaron sus actitudes y características, observando sus rasgos iniciales y se les entrevistó, para determinar lo que había sucedido con ellos de igual manera, al inicio y término del proceso.

Resultados y discusiones

Como parte de los resultados obtenidos, fue clara la aceptación mucho más amplia de lo que se esperaba por parte de las instituciones educativas básicas, iniciando con la disposición para que insertasen los estudiantes de nivel superior con actividades en sus grupos, para lo cual destinaban horarios semanales y días, logrando como efecto diversos beneficios logrados, lo que, así mismo, despertó el interés para la realización de la implementación de las estrategias por parte de los estudiantes de nivel superior y generó confianza para llevar a cabo la actividad de manera responsable y profesional.

En el caso de los educandos de nivel básico, hubo interés, atención, aprendizaje y compromiso desde el inicio, manifestado verbal y no verbalmente a quienes se les aplicó una prueba para determinar sus expectativas con respecto a lo relacionado con la ciencia, tecnología y medio ambiente, de lo cual se obtuvo, como resultado final que el 30% tenían interés en la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, el 50% no tenía interés, el 10% le daba igual y al restante 10% no sabía de qué se hablaba. En términos generales, manejaban información relacionada con su nivel educativo, pero manifestaban no comprender para qué servía, por lo que no les interesaba.

Después de las 8 semanas de trabajo se obtuvo un resultado tanto cuantitativo como cualitativo, en donde los niños de educación básica tenían el interés por

aprender y deseaban, según manifestaban, que llegaran “los otros maestros”, para “ver sobre CTMA”, lo cual se sumó a que, al final, los maestros indicaron el logro de un nivel mayor de conocimiento adquirido.

En el caso de los estudiantes de nivel superior, se determinó que, aunado al refuerzo y consolidación de los conocimientos que poseían con relación a la ciencia y tecnología, se obtuvo un incremento en sus valores, al verse como guía y ejemplo de los niños del nivel básico, tal y como ellos lo externaron.

Conclusiones

La enseñanza de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente es importante, sin duda, pero la vinculación entre estudiantes de diferentes niveles educativos permite no sólo el aprendizaje de lo conceptual, trasciende esa dimensión y contribuye a lo valorativo para todos los implicados en el proceso.

La realización de este tipo de estrategias puede ayudar al desarrollo y consolidación de una sociedad más cooperativa, colaborativa, con integrantes conscientes de su papel dentro de ella, como agentes de cambio que genuinamente contribuyan a la consolidación de una sociedad mejor, por lo cual se recomienda el considerar de estas actividades de una manera lógica, ordenada y organizada, para el beneficio de la sociedad en general, iniciando desde la infancia, hasta los profesionistas que se están gestando en nuestras aulas.

Bibliografía

- Agurto Cabrera, J. C. (2024). Realidad virtual para la mejora del rendimiento académico en estudiantes de educación superior.
- Arana, M. (2005). La educación científico-tecnológica desde los estudios de la ciencia, tecnología, sociedad e innovación. *Revista Tabula Rasa*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca Bogotá Colombia. Enero-diciembre, núm. 3. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/396/39600315.pdf>
- Arias, D. F. U., & Calla, W. C. (2024). Efecto de la gamificación en el aprendizaje activo: Revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(33), 931-944.

- Calvo, Gloria (1996). Nuevas formas de enseñar y aprender. UPN. Obtenido de: <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/CPP-DC-Calvo-Nuevas-Formas.pdf>
- Contreras, A. Y Díaz Quero, V. (2007). LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA. Laurus Revista de educación, Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezuela. Vol. 13, núm. 25, Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/761/76111479006.pdf>
- Gordillo, M. M. (2017). El enfoque CTS en la enseñanza de la ciencia y la tecnología.
- López Salas, M. A. (2024). Revisión sistemática del enfoque STEAM en la enseñanza de ciencias e investigación en la educación superior (2014-2024).
- Pérez, Y. J. H., & Cevallos, P. A. E. (2024). Impacto de la enseñanza basada en proyectos apoyada por tecnología en el desarrollo de habilidades del siglo XXI en estudiantes de secundaria. Bastcorp International Journal, 3(1), 4-18.
- Rodríguez Morales, Alina. (2019). La educación ciencia-tecnología-sociedad. Una metodología para docentes del Siglo XXI. Conrado, 15(69), 187-191. Epub 02 de septiembre de 2019. Recuperado en 31 de julio de 2024, Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000400187&lng=es&tlng=es.
- Torres, E. M. (2024). Ejercicios para desarrollar hábitos de estudio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Ciencia y Educación, 31-38.

La importancia de la aplicación de simulacros en los sistemas educativos nivel medio básico

The importance of the application of simulations in educational systems basic secondary level

Susana Astrid López García
Edi Antonio López
Heriberto Esteban Benito

Tecnológico Nacional de México/ ITS Naranjos
Autor de correspondencia:
susana.lopez@itsna.edu.mx

Resumen

En las instituciones de educación básica se llevó a cabo un proyecto integral enfocado en la preparación y respuesta ante posibles emergencias, específicamente incendios, culminando en la realización exitosa de un simulacro.

Esta investigación fue dirigida por una comisión mixta de seguridad e higiene, en cumplimiento con la normativa NOM 019, la cual se encargó de coordinar todas las actividades necesarias para garantizar la seguridad de los estudiantes y el personal. Inicialmente, se llevó a cabo un análisis de riesgos utilizando la metodología AMEF (Análisis de Modo y Efectos de Falla), lo que permitió identificar y priorizar las posibles situaciones de riesgo. A partir de este análisis, se generó un mapa detallado de riesgos, sirviendo como guía para el diseño de las estrategias de prevención y respuesta. Se desarrollaron rutas de evacuación claramente definidas, las cuales fueron señaladas de acuerdo con las regulaciones establecidas en la normativa STPS NOM 026. Asimismo, se integró una unidad interna de protección civil, en conformidad con la NOM 02, la cual se encargó de coordinar las acciones durante el simulacro y en caso de emergencia real.

Como parte fundamental, se capacitaron a diversas brigadas, incluyendo la brigada contra incendio, la brigada de primeros auxilios, búsqueda y rescate, la brigada de comunicación y la brigada de evacuación. Además, se impartieron

sesiones de capacitación al personal en general, enfocadas en la prevención y actuación ante incendios. Se pusieron a prueba todos los procedimientos y capacidades adquiridas durante la preparación. La ejecución del simulacro evidenció la efectividad del proyecto y la preparación del personal y estudiantes ante situaciones de emergencia en la localidad, resaltando la importancia que tienen este tipo de simulacros en las instituciones de nivel básico y el impacto que genera en la comunidad estudiantil.

Palabras Clave: Alumnos, Docentes, Simulacros, Escuelas nivel básico.

Abstract

In basic education institutions, a comprehensive project was carried out focused on preparation and response to possible emergencies, specifically fires, culminating in the successful completion of a drill.

This research was led by a joint safety and hygiene committee, in compliance with the NOM 019 regulations, which was responsible for coordinating all the activities necessary to guarantee the safety of students and staff. Initially, a risk analysis was carried out using the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) methodology, which allowed the identification and prioritization of possible risk situations. From this analysis, a detailed risk map was generated, serving as a guide for the design of prevention and response strategies. Clearly defined evacuation routes were developed, which were marked in accordance with the regulations established in the STPS NOM 026 standard. In addition, an internal civil protection unit was integrated, in accordance with NOM 02, which was in charge of coordinating the actions during the drill and in the event of a real emergency.

As a fundamental part, various brigades were trained, including the fire brigade, the first aid, search and rescue brigade, the communication brigade and the evacuation brigade. In addition, training sessions were given to the general staff, focused on prevention and action in the event of fires. All the procedures and skills acquired during the preparation were put to the test. The execution of the drill demonstrated the effectiveness of the project and the preparation of the staff and students for emergency situations in the locality, highlighting the

importance of this type of drill in basic level institutions and the impact it generates in the student community.

Keywords: Students, Teachers, Drills, Elementary Schools.

Introducción

La creación de un plan de seguridad e higiene en las escuelas de nivel básico es una iniciativa esencial para garantizar un ambiente escolar seguro, saludable y propicio para el aprendizaje. En un contexto donde las amenazas a la seguridad y los desafíos de salud pueden afectar significativamente el bienestar y el rendimiento académico de los estudiantes y el personal, la implementación de medidas preventivas y correctivas es de vital importancia.

El propósito de esta investigación es establecer un marco integral que aborde tanto la seguridad física como la higiene, contemplando todos los aspectos que pueden influir en el entorno educativo. Esto incluye desde la prevención de accidentes y la protección ante emergencias, hasta la promoción de hábitos saludables y la implementación de medidas.

La implementación del plan de seguridad se realizará en varias fases, comenzando con una evaluación inicial de riesgos y la identificación de necesidades específicas de la escuela. A continuación, se desarrollarán y aplicarán medidas y políticas concretas, seguidas de programas de formación y simulacros regulares. Finalmente, se establecerá un sistema de monitoreo y revisión continua para asegurar que el plan sea efectivo.

La implementación de este plan no solo mejorará la seguridad y el bienestar de todos los miembros de la comunidad educativa, sino que también contribuirá a crear un ambiente más positivo y productivo. Los estudiantes y el personal podrán desempeñarse mejor en un entorno donde se sienten protegidos y cuidados, lo que a su vez potenciará el éxito académico y el desarrollo personal.

Durante la realización de este proyecto se utilizaron diversas normativas, de acuerdo con las NOM enfocadas a la seguridad e higiene industrial, partiendo de la elaboración de la unidad interna de protección civil hasta la capacitación de las brigadas para la posterior realización del simulacro contra incendios.

Metodología

El proceso de creación de un mapa de riesgos implica varias etapas clave, por lo que esta investigación es del tipo aplicada. La Identificación de riesgos, es el primer paso consiste en identificar y listar todos los posibles riesgos presentes en el área de estudio, ya sean naturales (como inundaciones, terremotos) o causados por actividades humanas (como incendios, sustancias químicas peligrosas). Seguimos con la evaluación de riesgos, una vez identificados, se evalúa la probabilidad de que ocurran estos riesgos y el impacto que tendrían en las personas, la propiedad y el medio ambiente. Esta evaluación puede incluir análisis cualitativos y cuantitativos. Teniendo al mapeo de riesgos, con la información recopilada, se procede a mapear los riesgos utilizando herramientas como sistemas de información geográfica (SIG) para representar espacialmente la ubicación y la naturaleza de cada riesgo identificado. Así mismo, la comunicación y consulta, es crucial involucrar a todas las partes interesadas en el proceso, incluyendo a la comunidad local, para compartir los hallazgos y obtener retroalimentación sobre la percepción de los riesgos.

Terminando con la planificación y gestión, finalmente, se utilizan los mapas de riesgos como base para desarrollar planes de gestión y mitigación de riesgos, así como para establecer medidas preventivas y prepararse para emergencias.

Se realizó un diagrama de Pareto, método que permite distinguir entre las causas más importantes sobre los simulacros: su método es identificar el problema que deseas analizar, dónde se determina, cuál es el problema que está presente en tu departamento, tu empresa o en la etapa de una estrategia. Se recabaron los datos de 22 escuelas de nivel básico que ayudaron a evaluar el problema; una vez que ya se tienen los datos específicos, lo que se propuso fue buscar los datos de los departamentos internos con los que contaban las instituciones educativas para identificar las debilidades sobre la seguridad. Se vaciaron los datos en una tabla de barras organizando los datos recabados, es decir, todo lo que abona al problema a resolver, se ordenaron los datos de mayor a menor y se calcularon sus porcentajes y acumulados. Se realizó una gráfica de barras con estos datos, se analizaron cuáles son las causas o situaciones que aparecen al inicio de la gráfica, Es importante analizar a detalle lo que causa los problemas más apremiantes.

Resultados y discusión

Se observa el análisis que busca conocer posibles situaciones de riesgo en las instituciones educativas nivel básico y desarrollar planes de acción efectivos para prevenir o minimizar su impacto en la comunidad escolar, y, asimismo, crear un ambiente escolar más seguro, fomentando la conciencia sobre la importancia de la seguridad tanto para el personal docente como para los estudiantes. Al diseñar el AMEF, se identificaron los posibles modos de falla en cada uno de estos aspectos, evaluar su severidad, frecuencia de ocurrencia y capacidad de detección, y, de esta manera, desarrollar estrategias para reducir o eliminar estos riesgos. Esto podría incluir medidas preventivas, protocolos de emergencia, capacitación del personal, entre otras acciones específicas adaptadas a las necesidades y particularidades.

Diagrama de Parapeto de Área de salones de maestro

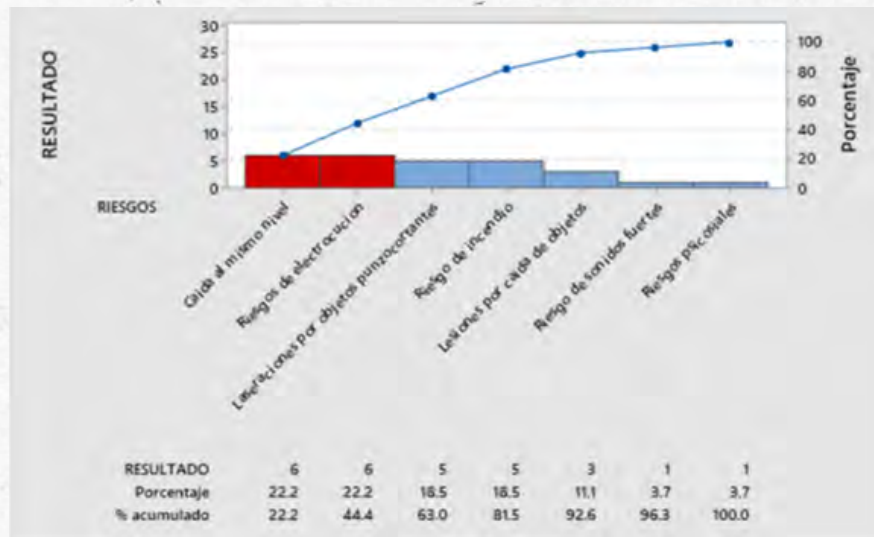


Diagrama 1. Elaboración Propia.

Una vez realizada las gráficas de riesgo, se pueden comprender los siguientes datos: En la gráfica se puede interpretar las frecuencias de los riesgos y los porcentajes acumulados obtenidos de mayor a menor relevancia, hasta un equivalen-

te del 100%. Las frecuencias de los riesgos que tienen mayores incidencias dentro del área son las siguientes:

- Caída al mismo nivel presenta un porcentaje de 22.2%
- Riesgos de electrocución que presenta un porcentaje de 22.2%
- Por lo tanto, de manera conjunta, equivale a un porcentaje de 44.4% de presentarse, por lo tanto, se catalogan como prioridad a tratarse.
- No obstante, los demás riesgos también deben considerarse relevantes, ya que, de manera conjunta, conforman un porcentaje de 55.6%, pero con menor frecuencia en presentarse.

Diagrama de Parapeto de Área de Auditorio

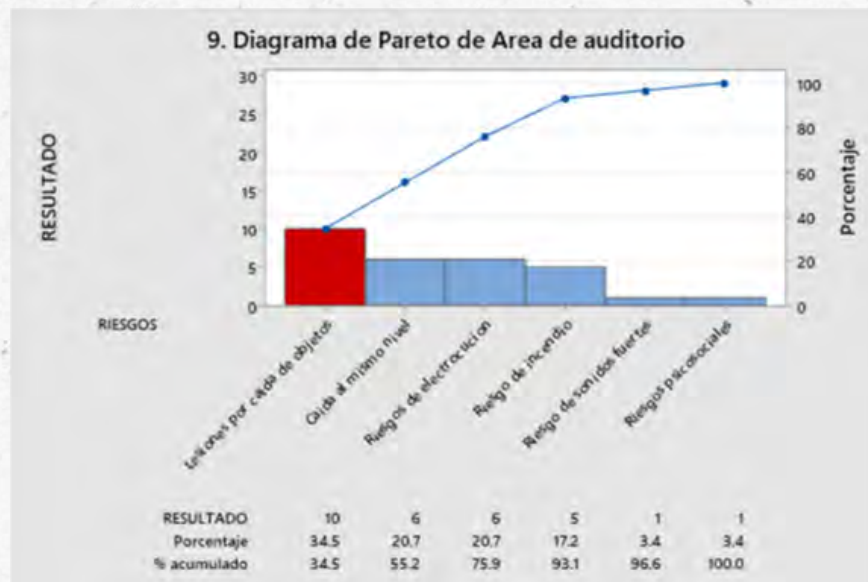


Diagrama 2. Elaboración Propia.

Una vez realizada las gráficas de riesgo, se pueden comprender los siguientes datos: en la gráfica se puede interpretar las frecuencias de los riesgos y los porcentajes acumulados obtenidos de mayor a menor relevancia, hasta un equiva-

lente del 100%. Las frecuencias de los riesgos que tienen mayores incidencias dentro del área son las siguientes:

- Laceraciones por caída de objetos presenta un porcentaje de 34.5%.
- Caída al mismo nivel presenta un porcentaje de 20.7%.
- Por lo tanto, de manera conjunta equivale a un porcentaje de 55.2% de presentarse, por lo tanto, se catalogan como prioridad a tratarse.
- No obstante, los demás riesgos también deben considerarse relevantes, ya que, de manera conjunta, conforman un porcentaje de 44.5%, pero con menor frecuencia en presentarse.

En resumen, como discusión tenemos que los simulacros de incendio en las escuelas secundarias son esenciales para preparar a la comunidad escolar para emergencias, promover la seguridad y minimizar el riesgo de lesiones o pérdidas en caso de un incendio real. Su importancia radica en la práctica constante, la familiarización con los procedimientos y la identificación de áreas de mejora para una respuesta más efectiva en situaciones de emergencia.

Los simulacros de riesgos son de suma importancia en cualquier institución ya que sirven para que todas las personas que se encuentren dentro de dicha institución sepan que hacer y cómo controlar, reducir o proveer algún accidente o riesgo por algún fenómeno natural. Es importante que el plan de simulacro sea construido y actualizado por el conjunto de directivos con el fin de que todos estén bien capacitados para cualquier accidente, así como también el tener cada brigada de rescate con personal de la institución (Sánchez, 2024).

La implementación de un programa de seguridad en las instituciones de nivel básico es crucial para asegurar un ambiente seguro y propicio para el aprendizaje de todos los estudiantes y el personal. Primordialmente, un programa de seguridad protege la integridad física y emocional de estudiantes y personales. Esto reduce significativamente el riesgo de incidentes violentos, accidentes y emergencias de salud, asegurando un entorno donde todos pueden desarrollarse plenamente. La prevención es una piedra angular de cualquier programa de seguridad. Mediante la implementación de controles de acceso y la capacitación en primeros auxilios y protocolos de respuesta, se puede anticipar y mitigar riesgos potenciales. Este enfoque proactivo no solo minimiza el impacto de po-

sibles incidentes, sino que también fomenta una sensación de seguridad y confianza (Vázquez, 2024).

Conclusiones

En conclusión, realizar un simulacro es una excelente manera de prepararse para situaciones de emergencia. Al llevar a cabo el simulacro, se pueden identificar posibles áreas de mejora en el plan de emergencia, así como evaluar la efectividad de los procedimientos establecidos. Además, brinda la oportunidad de entrenar al personal y a los participantes en cómo actuar de manera segura y eficiente en caso de una situación real. Es fundamental analizar los resultados del simulacro para implementar las mejoras necesarias y garantizar una respuesta efectiva en caso de emergencia. Los simulacros se pueden llevar a cabo en una variedad de entornos, como empresas, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, centros comerciales, comunidades residenciales, entre otros. Es importante que cada entorno identifique sus propios riesgos y necesidades específicas para diseñar simulacros que sean relevantes y efectivos (Carrillo, 2024). Los simulacros de incendio en una escuela son de mucha importancia porque preparan a estudiantes, profesores y personal para responder de manera rápida y eficiente ante una emergencia real. Estos ejercicios ayudan a familiarizar a todos con las rutas de evacuación y procedimientos de seguridad, reduciendo el pánico y mejorando la coordinación. Además, fomentan una cultura de prevención y responsabilidad, asegurando que la comunidad escolar esté mejor equipada para proteger vidas y minimizar riesgos en caso de un incendio (Hernández 2024).

Los simulacros de incendio son una herramienta vital para preparar a estudiantes y personal para situaciones de emergencia. Estas prácticas no solo cumplen con requisitos de seguridad, sino que también educan a la comunidad escolar sobre cómo reaccionar de manera adecuada en caso de un incendio real. La importancia de estos simulacros radica en varios aspectos:

- 1) Seguridad de los estudiantes y el personal
- 2) Familiarización con los procedimientos
- 3) Reducción del pánico
- 4) Identificación de áreas de Educación continua sobre seguridad (Meneses, 2024).

Por lo que la planeación y realización de un simulacro de incendio en la institución educativa secundaria requiere una serie de actividades y medidas preparatorias clave. Desde la generación de una comisión mixta de seguridad e higiene, conforme a la NOM 019, hasta la integración de una unidad interna de protección civil según la NOM 02, cada paso es fundamental para establecer un entorno seguro y preparado para emergencias.

El análisis de riesgos y la creación de un mapa de riesgos permiten identificar áreas críticas y tomar medidas preventivas para mitigar posibles peligros, asimismo la generación de rutas de evacuación y la colocación de señalización adecuada según la STPS NOM 026 garantizan una evacuación ordenada y segura en caso de emergencia.

Además, la capacitación exhaustiva de las brigadas de contra incendios, primeros auxilios, búsqueda y rescate, comunicación y evacuación, así como del personal en general, es esencial para preparar a todos los involucrados para actuar de manera efectiva en situaciones de crisis. Por último, la gestión de la comunicación con organizaciones externas, como la Cruz Ámbar y Protección Civil, asegura una coordinación efectiva de recursos y conocimientos especializados durante el simulacro o alguna otra emergencia que se pueda suscitar (Zaleta, 2024).

Bibliografía

- Asana, T. (2024b, febrero 17). Qué es un organigrama y cómo hacerlo con plantillas gratis [2024] • Asana. Asana. <https://asana.com/es/resources/organizationchart#:~:text=El%20organigrama%20estructura%20de%20una,y%20roles%20de%20la%20compa%C3%B1%C3%Ada>
- Contreras, G. (s. f.-b). AMEF: evaluación de riesgos y calidad en una sola herramienta. <https://www.blog-qhse.com/es/amef-evaluacion-de-riesgos-y-calidad-en-una-sola-herramienta>
- Evaluar y promover el mejoramiento -. Ministerio de Educación Nacional de Colombia:... 107321.html#:~:text=%C2%BFPor%20qu%C3%A9%20es%20importante%20evaluar,su%20paso%20por%20la%20escuela.

Gamarra, G. (2024b, febrero 19). Organigrama de una empresa, para qué sirve [+ Plantilla + Ejemplos]. Factorial. <https://factorialhr.es/blog/que-es-organigrama-empresa-tipos>

Velázquez, A. (2023, 26 julio). ¿Qué es el diagrama de Pareto? QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-de>

El impacto que tienen las habilidades blandas en el desarrollo profesional de los estudiantes de educación superior

The impact of soft skills on the professional development of higher education students

Susana Astrid López García
Edgar Antonio Pecero Ramírez
Heriberto Esteban Benito

Tecnológico Nacional de México/ ITS Naranjos
Autor de correspondencia:
susana.lopez@itsna.edu.mx

Resumen

Las habilidades blandas se definen como un conjunto de destrezas de carácter emocional relacionadas con la actividad social. En estudiantes de educación media resulta fundamental la práctica y fortalecimiento de estas destrezas para la consecución de su proyecto de vida. El objetivo de esta investigación es analizar descriptivamente el criterio de los estudiantes de educación superior del Instituto Tecnológico Superior de Naranjos (ITSNa) y del instituto Politécnico Nacional (IPN) sobre el desarrollo de las habilidades blandas en el ámbito profesional y cuáles son las que poseen al salir del instituto. La investigación fue ejecutada con una metodología descriptiva de corte transversal y cuantitativa, donde se usó la encuesta como instrumento de recogida de datos, aplicada a una población de 73 estudiantes, cuyos resultados muestran la predisposición de contar con un proyecto de vida, así como las cualidades para alcanzar dicho objetivo. Se concluye que los estudiantes poseen una comunicación y visión sobre su futuro con su círculo más cercano. Teniendo como resultado la carencia de estas en las aulas, los docentes no las practican, ni las implementan como parte de la enseñanza-aprendizaje, haciendo que con esto sea más complicado para el estudiante-egresado su desarrollo profesional más complicado y difícil de integrarse al mundo laboral.

Además, las habilidades blandas y el proceso educativo funcionan como base fundamental para alcanzar su proyecto de vida profesional.

Palabras Clave: Habilidades blandas, proyecto de vida, comunicación asertiva, resiliencia.

Abstract

Soft skills are defined as a set of emotional skills related to social activity. In high school students, the practice and strengthening of these skills is essential to achieve their life project. The objective of this research is to descriptively analyze the criteria of higher education students of the Instituto Tecnológico Superior de Naranjos (ITSNa) on the development of soft skills in the professional field and what they have when they leave the institute. The research was carried out with a descriptive methodology of cross-section and quantitative, where the survey was used as an instrument of data collection, applied to a population of 73 students, whose results show the predisposition to have a life project, as well as the qualities to achieve this objective. It is concluded that students have communication and vision about their future with their closest circle. As a result of the lack of these in the classrooms, teachers do not practice them, nor implement them as part of teaching-learning, making it more complicated for the student-graduate to develop their professional career and make it more difficult to integrate into the labor world.

In addition, soft skills and the educational process serve as a fundamental basis for achieving their professional life project.

Keywords: Soft skills, life project, assertive communication, resilience.

Introducción

A lo largo de varias décadas se le ha dado impacto al desarrollo de un grupo de habilidades como la facilidad de comunicación, responsabilidad, empatía, capacidad de resolver problemas, espíritu de servicio, tolerancia a la presión, actividad y respeto a las opiniones. Estas son conocidas como habilidades blandas, las cuales no se presentan en algún temario de algún programa de estudios, o de un

programa específico de formación profesional, aun cuando estos son sumamente indispensables para que alumno pueda desenvolverse en la vida diaria.

Tomando el modelo de gestión por competencias, cobran importancia las habilidades blandas al momento de realizar una selección del personal, ya que se busca en el futuro trabajador habilidades, aptitudes, actitudes y conocimientos que generen un impacto positivo con el fin de cumplir objetivos que como institución pública o privada se tienen (Cordero, 2017).

Varios estudios constatan que las habilidades blandas son imprescindibles y por ello la necesidad de transmitir las y enseñarlas, desarrollarlas y fortalecerlas. Es indispensable que las habilidades se enseñen desde etapas tempranas. Para desarrollarse como ciudadanos globales en el mundo moderno, los niños deben desarrollar habilidades del siglo XXI (Mateo & Rucci, 2019, p. 12).

Algunos países europeos apadrinan el programa Erasmus, el cual realiza intercambios entre estudiantes en diferentes universidades del mundo en lapsos de 6 a 9 meses con el fin de fomentar la responsabilidad, la independencia y la madurez; asimismo, a su vez este mismo programa permite que los estudiantes sean más tolerantes y abiertos a otras culturas. Esta práctica refuerza el impacto de las habilidades blandas.

México se preocupa por dar oportunidades con enfoque en las competencias que son consideradas importantes para la sociedad. Se crean condiciones para que la productividad aumente y el desarrollo económico aumente, se reconoce que el tener el talento humano capaz de insertarse y crecer profesionalmente en el mercado laboral ayuda a que las instituciones tengan progreso y bienestar para los individuos que en ellas laboran. Es así como la adquisición de competencias es un pilar fundamental para el crecimiento de México y el bienestar de sus ciudadanos.

Las habilidades blandas

La responsabilidad de la educación superior es conocer las carencias del mercado laboral para que este permita incrementar las capacidades que determinan el éxito estudiantil y la empleabilidad (Cleary, Kerrigan y Van Noy, 2017). Aquí se concuerda con Fadel y Groff (2019) cuando mencionan que las escuelas tienen que impulsar una educación que apoye a forjar el carácter de los jóvenes para que adquieran y fortalezcan virtudes, valores y una capacidad de tomar decisio-

nes para llevar una vida equilibrada; incluso se debe enseñar lo relacionado con la salud mental, la curiosidad, la resiliencia, la ética y el liderazgo.

Las habilidades blandas y sociales son fundamentales para los jóvenes, ya que influyen directamente en su desempeño laboral y desarrollo profesional. Estas competencias interpersonales son especialmente valiosas en trabajos que requieren una gestión emocional adecuada para mantener relaciones saludables con los clientes. Además, las habilidades blandas, como la gestión y el liderazgo, son esenciales para apoyar a los equipos de trabajo en el logro de sus objetivos, lo que fortalece el éxito tanto individual como colectivo en el entorno laboral.

Las competencias transversales, al incluir habilidades como la empatía, la comunicación efectiva y la adaptabilidad, son cruciales para fomentar un ambiente positivo y colaborativo.

El autoconocimiento y la autogestión son pilares del desarrollo personal, ya que permiten a las personas entender sus emociones y comportamientos, así como influir en cómo se relacionan con los demás. La inteligencia emocional juega un papel central en esto, ayudando a las personas a manejar sus emociones y a comprender las de los demás. Por su parte, la inteligencia social se enfoca en las dinámicas interpersonales y en cómo interactuamos en diferentes contextos sociales. Juntas, estas habilidades contribuyen a un crecimiento personal integral y a relaciones más efectivas y satisfactorias (Dell'Aquila *et al.*, 2017).

Siguiendo a Dell'Aquila *et al.* (2017) y Lennox y Roos (2017), exactamente, las competencias blandas, como la inteligencia interpersonal e intrapersonal, son esenciales para establecer relaciones saludables y resolver conflictos de manera efectiva. La inteligencia interpersonal permite a las personas entender y relacionarse con los demás, lo cual es clave en entornos colaborativos. Por otro lado, la inteligencia intrapersonal fomenta una mayor autoconciencia, lo que ayuda a las personas a gestionar sus emociones y a reflexionar sobre sus motivaciones y comportamientos. Estas habilidades son fundamentales no solo en el ámbito personal, sino también en el profesional, ya que contribuyen a un ambiente de trabajo más armónico y productivo.

Así, las habilidades interpersonales son cada vez más valoradas en el mundo laboral. En los procesos de selección, los empleadores buscan candidatos que no solo tengan las competencias técnicas necesarias, sino también la capacidad de comunicarse de manera efectiva y de trabajar en equipo.

Estas habilidades son esenciales para construir un ambiente de trabajo colaborativo y positivo. La comunicación efectiva facilita la transmisión de ideas y la resolución de problemas, mientras que la gestión y la planificación son clave para alcanzar objetivos comunes. El trabajo en equipo y la colaboración permiten que los equipos aprovechen al máximo las fortalezas individuales, lo que, a su vez, contribuye al éxito organizacional.

En resumen, poseer y desarrollar habilidades interpersonales no solo ayuda a obtener empleo, sino que también es crucial para avanzar en la carrera profesional y contribuir al crecimiento de la organización.

Según Robles (2012), esas diez habilidades blandas son fundamentales para el éxito en el entorno laboral. Cada una de ellas contribuye a crear un ambiente de trabajo positivo y productivo. Aquí un breve resumen de su importancia:

- 1) **Integridad:** Fomenta la confianza y credibilidad en las relaciones laborales.
- 2) **Comunicación:** Facilita la transmisión de ideas y la resolución de conflictos.
- 3) **Cortesía:** Mejora las interacciones y contribuye a un clima laboral respetuoso.
- 4) **Responsabilidad:** Refleja compromiso y fiabilidad en el cumplimiento de tareas.
- 5) **Habilidades sociales:** Ayudan a establecer relaciones efectivas y a trabajar en equipo.
- 6) **Actitud positiva:** Influye en la motivación y en la moral del equipo.
- 7) **Profesionalismo:** Refuerza la imagen personal y la reputación dentro de la organización.
- 8) **Flexibilidad:** Permite adaptarse a cambios y enfrentar nuevos desafíos.
- 9) **Trabajo en equipo:** Esencial para lograr objetivos comunes y fomentar la colaboración.
- 10) **Ética laboral:** Asegura un comportamiento responsable y respetuoso en el trabajo.

Estas habilidades no solo mejoran el desempeño individual, sino que también son cruciales para la cohesión y la efectividad del equipo en su conjunto.

Invertir en su desarrollo es clave para el crecimiento profesional y para crear un ambiente laboral más colaborativo y exitoso.

Este conjunto de habilidades incluye todas aquellas que son valiosas en los ambientes de trabajo y que sustentan el comportamiento de los individuos en su empleo. Sin embargo, debido a su naturaleza subjetiva, son difíciles de medir. Es importante señalar que estas habilidades no deben confundirse con valores, creencias, rasgos y conductas, como lo afirman Matteson, Anderson y Boyden, (2016).

Absolutamente, las habilidades blandas son fundamentales para que los jóvenes desarrollen su confianza y se adapten a los entornos laborales. Al adquirir experiencias laborales, pueden poner en práctica estas competencias, lo que les permite comprender mejor su profesión y sus expectativas.

Además, estas habilidades son cruciales para enfrentar desafíos no solo en el ámbito laboral, sino también en la vida diaria, ya que promueven la resiliencia y la capacidad de adaptación. Su impacto en el éxito profesional está respaldado por diversas investigaciones que indican que las habilidades interpersonales y emocionales son, a menudo, más determinantes que las habilidades técnicas.

Es importante destacar que la efectividad de estas habilidades puede depender de rasgos de personalidad como la conciencia (la capacidad de ser responsable y organizado), la perseverancia (la determinación para alcanzar objetivos), la sociabilidad (la facilidad para interactuar con los demás) y la curiosidad (el deseo de aprender y explorar). Fomentar estos rasgos en los jóvenes puede potenciar aún más el desarrollo de sus habilidades blandas, preparándonos para el éxito en un entorno laboral en constante cambio. Según Abdullah-Al-Mamun (2012), estos rasgos no están directamente relacionados con la inteligencia.

Según Rao (2014), las habilidades blandas se conocen también como habilidades para la vida, habilidades interpersonales, habilidades de empleabilidad e inteligencia emocional. Estas competencias son cruciales para el éxito tanto en la vida personal como en el entorno laboral y pueden ser desarrolladas a través de entrenamiento. Sin embargo, Gibb (2014), advierte que, sin el adecuado apoyo, las habilidades adquiridas pueden perderse.

De acuerdo a Taylor (2016), aunque las habilidades blandas son increíblemente valiosas en el entorno laboral, su enseñanza puede ser un desafío. A diferencia de las habilidades técnicas, que a menudo pueden enseñarse de manera

más estructurada, las habilidades blandas requieren un enfoque más personalizado y experiencial.

Estas competencias están profundamente relacionadas con la inteligencia emocional, que implica la capacidad de reconocer y gestionar nuestras propias emociones, así como las de los demás. Además, una actitud positiva y una disposición para aprender son esenciales para el desarrollo de estas habilidades. La autogestión del tiempo también juega un papel crucial, ya que permite a las personas priorizar tareas y manejar el estrés de manera efectiva.

Para cultivar habilidades blandas de manera efectiva, es importante crear un entorno de aprendizaje que fomente la práctica, la retroalimentación y la reflexión. Esto puede incluir actividades como el trabajo en equipo, simulaciones, y talleres de desarrollo personal, donde los individuos puedan experimentar y aplicar estas competencias en situaciones reales. Aunque el camino puede ser complicado, el impacto positivo que tienen en el crecimiento personal y profesional hace que valga la pena el esfuerzo.

Metodología

En la presente investigación, se ha empleado una metodología basada en la selección de artículos científicos relacionados con el tema de habilidades blandas. El tipo de investigación es cuantitativo, ya que se ha realizado un análisis documental y descriptivo de los textos. Los métodos teóricos utilizados fueron el histórico-lógico, enfocándose en la secuencialidad y limitando el periodo de estudio al intervalo de 2017 a 2021. La búsqueda de artículos científicos se llevó a cabo mediante la técnica de lectura comprensiva de textos descriptivos y explicativos.

El proceso de búsqueda se inició delimitando las variables de estudio “habilidades blandas” y “educación” en bases de datos como Scopus, Scielo, Latindex y WOS (Web of Science).

Los artículos revisados son menores a 5 años de publicación; se efectuó la revisión de 16 artículos y 3 informes de instituciones gubernamentales. En la tabla 1 se puede observar la cantidad de artículos seleccionados con su respectiva base de datos y año de publicación.

El estudio en cuestión es de tipo cuantitativo y transversal. En la investigación se trabajó con tres instituciones de educación superior públicas: dos ubicadas en la

Ciudad de México y una en España. La selección de las instituciones se basó en su oferta de carreras de ingeniería y en su disposición para participar en el estudio.

Las instituciones mexicanas incluyeron:

- 1) Instituto Politécnico Nacional (IPN), específicamente la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPICSA), con las carreras de Ingeniería en Transporte, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Informática.
- 2) Tecnológico Nacional de México (ITS), a través del Instituto Tecnológico de Superior de Naranjos, con las ingenierías en Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Gestión Empresarial, Logística, Industrial y Ambiental.

Los sujetos del estudio tenían edades que oscilaban entre 18 y 24 años. El muestreo utilizado en el estudio fue por conveniencia, seleccionando sujetos en función de su proximidad y facilidad de acceso. Se recolectaron un total de 73 cuestionarios:

- 23 cuestionarios provenientes de jóvenes del IPN.
- 50 cuestionarios del ITS.

Para la recolección de datos, se construyó un cuestionario con 18 enunciados que miden la percepción de los participantes respecto a la adquisición de habilidades blandas. Además, se incluyó un listado de 25 competencias y se pidió a los participantes que eligieron las cinco que consideran más relevantes para la formación de ingenieros. El cuestionario utilizó una escala tipo Likert con las siguientes opciones:

- 1 = Nunca
- 2 = Casi nunca
- 3 = A veces
- 4 = Casi siempre
- 5 = Siempre

El instrumento fue piloteado en una de las unidades del IPN con una muestra de 60 jóvenes. Los datos fueron procesados usando el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS-IBM). La confiabilidad del cuestionario se evaluó con el coeficiente alfa de Cronbach, que arrojó un valor de 0.863, indicando una alta consistencia interna de los enunciados. Además, se realizó un análisis factorial exploratorio, con un Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de 0.940, que es mayor que 0.50, indicando que los ítems son adecuados para agruparse en dimensiones. Se trabajó con un único factor que integra las habilidades blandas. La extracción de factores se realizó mediante el método de componentes principales y la rotación fue variable (tabla 1). Para la aplicación de los cuestionarios, en México se entrenó a jóvenes ayudantes de investigación, mientras que, en España, los cuestionarios fueron completados durante una estancia de investigación. Se aseguró a los participantes que la confidencialidad de sus respuestas sería resguardada.

Tabla 1. Análisis factorial, componentes rotados.

Variable. Factor uno, habilidades blandas	Coeficiente de correlación	IPN Promedio por ítem	ITS. Promedio por ítem
Creer que te puedes comunicar de manera eficaz con tu entorno.	0.631	3.70	3.59
Consideras que eres flexible al cambio de un proceso o forma de trabajo.	0.604	3.85	3.67
Consideras que procesas información de manera rápida y eficaz.	0.604	3.62	3.38
Consideras contar con la habilidad para resolver conflictos.	0.571	3.84	3.60
Capacidad para trabajar en equipo.	0.557	3.73	3.61
Piensas que afrontas los retos con facilidad.	0.556	3.67	3.61
Capacidad para tener nuevas ideas, alternativas y soluciones.	0.556	4.03	3.76
Capacidad para separar lo personal de lo laboral.	0.523	3.62	3.66
Retroalimentación de tus errores para poder corregirlos.	0.519	3.79	3.60
Realizar autocríticas y/o autoanálisis continuos para seguir mejorando como persona.	0.511	3.92	3.71
Consideras que te relacionas con facilidad.	0.508	3.68	3.47

Variable. Factor uno, habilidades blandas	Coefficiente de correlación	IPN Promedio por ítem	ITS. Promedio por ítem
Te consideras persuasivo e influyente en las decisiones de las demás personas.	0.507	3.32	3.20
Consideras que cuentas con iniciativa y decisión en la resolución de problemas.	0.504	3.63	3.45
Te mantienes informado acerca de las tendencias del mercado laboral.	0.502	3.61	3.40
Reaccionan con calma a situaciones de adversidad	0.458	3.32	3.33
Piensas que le das a los medios electrónicos el máximo aprovechamiento dentro de tu área de estudio y/o laboral.	0.431	3.56	3.57
Consideras que cuestionan las ideas tanto propias como de la gente que te rodea.	0.427	3.48	3.85
Creas que el aprendizaje obtenido te ayuda a fortalecer tus actitudes de liderazgo.	0.323	3.66	2.93

Fuente: Elaboración a partir de los datos obtenidos del software SPSS.

La estructura que mencionas para el cuestionario es muy completa y aborda diversas variables contextuales que pueden influir en la percepción de los jóvenes sobre la adquisición de habilidades blandas. Al incluir aspectos como género, edad, carrera y escolaridad de los padres se puede obtener una visión más integral de cómo estos factores pueden afectar el desarrollo de competencias blandas.

El enfoque transversal y el levantamiento de datos en diferentes contextos (México y España) permiten comparar las percepciones en dos entornos culturales distintos, lo que puede enriquecer el análisis. La capacitación de jóvenes para la aplicación del cuestionario también puede fomentar el desarrollo de sus propias habilidades blandas, como la comunicación y el trabajo en equipo.

Además, el hecho de que los enunciados del cuestionario están basados en literatura existente fortalece la validez del estudio, al permitir que los resultados sean contextualizados en investigaciones previas. Esto facilitará un análisis más robusto de cómo los jóvenes perciben la importancia de las habilidades blandas en su desarrollo personal y profesional. La recolección de datos en meses específicos, como mayo, junio y julio, también puede estar alineada con momentos

clave del año académico, lo que podría influir en las respuestas relacionadas con la asistencia y el rendimiento académico.

Los supuestos establecidos en el estudio fueron los siguientes:

- a) **Diferencias o similitudes entre percepciones:** Se asumió que podrían existir diferencias o similitudes en las percepciones de los alumnos respecto a las habilidades blandas adquiridas entre las tres escuelas participantes (IPN y ITS).
- b) **Relación entre competencias blandas y variables contextuales:** Se supuso que habría diferencias en relación con el factor de competencias blandas y las variables contextuales del modelo lineal generalizado. Este modelo incluye variables como género, carrera, asignaturas reprobadas, formas de aprendizaje, percepción del salario de un egresado y razón de asistencia.
- c) **Relación entre competencias blandas y otras variables contextuales:** Se planteó que existirían diferencias en relación con el factor de competencias blandas y las variables contextuales del modelo lineal generalizado compuesto. Este modelo incluye variables como actividad laboral actual, becas, idiomas, escolaridad y oficio del padre, así como escolaridad y oficio de la madre.

En el análisis del estudio, se realizaron las siguientes pruebas y métodos estadísticos:

- a) **Análisis Factorial:** Se empleó el análisis factorial para identificar la capacidad de agrupación de los enunciados del cuestionario. Esta técnica permite estudiar grandes cantidades de datos y agrupar los ítems en dimensiones subyacentes.
- b) **Prueba de Kruskal-Wallis:** Se utilizó esta prueba no paramétrica para muestras independientes con el fin de determinar la igualdad o diferencia entre los grupos en función de las variables estudiadas.

c) **Modelos Lineales Generalizados:** Se optó por utilizar modelos lineales generalizados para ubicar las posibles diferencias entre los grupos de variables en relación con los factores estudiados. Dado el tamaño de los datos, los modelos se dividieron en dos partes.

Las variables contrastadas con el factor de habilidades blandas en los modelos lineales generalizados fueron: género, carrera, materias reprobadas, formas de aprender (visual y auditiva), percepción del salario de un egresado, semestre, razón de asistencia a la escuela, situación laboral actual (si cuenta con trabajo), becas, idiomas, escolaridad de la madre y escolaridad del padre.

Estos análisis permitieron examinar cómo cada una de estas variables se relaciona con las habilidades blandas, proporcionando una visión integral de los factores que podrían influir en la percepción y adquisición de estas competencias.

La aplicación de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis es adecuada para comparar las puntuaciones de habilidades blandas entre múltiples grupos independientes, especialmente cuando no se cumplen las condiciones para las pruebas paramétricas.

Los resultados que indican que no hay diferencias significativas entre las puntuaciones de habilidades blandas en las tres instituciones educativas sugieren que, a pesar de los contextos diferentes, los jóvenes perciben de manera similar la adquisición de estas competencias. Esto podría indicar que las oportunidades y enfoques para el desarrollo de habilidades blandas son comparables en las instituciones estudiadas.

Es interesante considerar las implicaciones de estos hallazgos. Podría ser útil explorar más a fondo las características específicas de cada institución y cómo se enseñan y valoran las habilidades blandas, así como la posible influencia de factores externos, como el entorno socioeconómico o las metodologías educativas. Además, sería valioso investigar si hay otras variables que podrían estar influyendo en la percepción de las habilidades blandas, a pesar de la falta de diferencias significativas en las puntuaciones. ($P > 0.05$) (ver tabla 2).

En los rangos promedio, se observa que:

- Los jóvenes del IPN (Instituto Politécnico Nacional) ocupan el segundo lugar en puntuación.

- Los alumnos del ITS (Tecnológico Nacional de México) se sitúan en el último lugar en cuanto a puntuaciones en el factor de habilidades blandas evaluadas.

Estos resultados indican que, en promedio, los estudiantes de la universidad en el IPN perciben o demuestran un nivel más alto de competencias blandas en comparación con los estudiantes del ITS.

Tabla 2. Prueba de Kruskal Wallis, factor habilidades blandas.

Escuela	N	Rango promedio
IPN	2118	1819.29
ITS	924	1567.04
Ji al cuadrado	55.827	
Grados de libertad	2	
P-value	0.000	

Fuente: Elaboración a partir de los datos obtenidos del software SPSS.

Resultados y discusión

Los hallazgos del estudio revelan diferencias significativas en la percepción de las competencias blandas adquiridas entre los estudiantes de las tres instituciones educativas evaluadas. Aquí se destacan los principales resultados y recomendaciones derivadas de la investigación:

1. Percepción positiva de competencias blandas:

IPN (Instituto Politécnico Nacional): Los estudiantes perciben positivamente su flexibilidad en procesos de cambio, resolución de conflictos, generación de nuevas ideas y habilidades de liderazgo.

ITS (Tecnológico Nacional de México): Los estudiantes del ITS obtuvieron las puntuaciones más bajas en la evaluación de competencias blandas. La ingeniería Industrial es la carrera que mejor evalúa las habilidades blandas, mientras que la

ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones recibió las puntuaciones más bajas.

2. Influencia de variables contextuales:

En el IPN, la Ingeniería Industrial es la que mejor puntúa en habilidades blandas, mientras que la ingeniería en Informática tiene la puntuación más baja. Los estudiantes que trabajan actualmente y aquellos con becas son los que mejor perciben sus habilidades blandas.

En el ITS, la carrera que mejor califica las habilidades blandas es la ingeniería Industrial, y la que menos calificación otorga es la Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Los estudiantes sin asignaturas reprobadas perciben mejor las habilidades blandas.

3. Percepción del trabajo docente:

Los resultados que mencionas indican que los estudiantes del Tecnológico Nacional de México (ITS) valoran positivamente el trabajo docente en comparación con sus pares del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Esta diferencia puede reflejar varios factores, como la metodología de enseñanza, la relación entre docentes y alumnos, o incluso la infraestructura y recursos disponibles en cada institución.

Dentro del IPN, es interesante notar que la carrera de Ingeniería en Transporte tiene una percepción más alta de la calidad del trabajo docente, mientras que la Ingeniería en Informática presenta la calificación más baja. Esto podría sugerir que hay variaciones en la forma en que se imparten las clases o en el enfoque pedagógico específico de cada programa.

Sería útil explorar más a fondo las razones detrás de estas percepciones. Por ejemplo, podrían realizarse entrevistas o encuestas abiertas para obtener más información sobre qué aspectos del trabajo docente consideran los estudiantes más importantes o qué mejoras podrían sugerir. Comprender estas dinámicas puede ofrecer valiosas oportunidades para mejorar la calidad educativa en ambas instituciones.

Como conclusión, se resaltan puntos clave sobre la importancia de las habilidades blandas en el desarrollo integral de estudiantes y docentes. Es cierto que, en

el contexto laboral actual, estas habilidades son cada vez más valoradas, lo que subraya la necesidad de incluirlas en los planes de estudio de formación profesional.

La falta de artículos que abordan el desarrollo de habilidades blandas desde el nivel preescolar es una brecha significativa. Integrar estas competencias desde una edad temprana podría proporcionar a los estudiantes una base sólida para su crecimiento personal y profesional a lo largo de su vida.

Además la implementación de habilidades blandas en las instituciones educativas puede mejorar la calidad de la educación y contribuir al bienestar general de las personas. Fomentar un entorno donde se valoren la comunicación, la colaboración y la empatía no solo beneficia a los estudiantes en su futuro profesional, sino que también enriquece sus relaciones interpersonales y su calidad de vida.

Promover estas habilidades en todos los niveles educativos podría ser un enfoque transformador para preparar a los futuros profesionales, ayudándoles a enfrentar los desafíos del mundo actual de manera más efectiva.

La Integración de habilidades en el currículo: Shakir (2009) sugiere integrar habilidades de comunicación, pensamiento crítico, resolución de problemas, trabajo en equipo y ética profesional en los programas de estudio. Pool (2017) añade la importancia de la inteligencia emocional para mejorar el trabajo en equipo. Desarrollo de competencias blandas: Se recomienda a las universidades implementar talleres especializados para entrenar competencias interpersonales y fomentar estancias en empresas para aplicar habilidades blandas en el campo laboral (Musa *et al.*, 2012; Taylor, 2016). Fortalecimiento del rol docente: Es crucial apoyar a los profesores mediante programas orientados a la inteligencia emocional para manejar el estrés y mejorar el bienestar laboral (Vesely y Saklofske, 2018; Dewaele, Gkonou y Mercer, 2018). Actividades extracurriculares: Se recomienda fomentar actividades extracurriculares que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades de liderazgo y juicios éticos (Lennox y Roos, 2017). Cursos de capacitación: Las universidades deberían considerar implementar cursos de capacitación relacionados con la inteligencia emocional, especialmente en un contexto de e-learning (Gilar, Pozo y Castejón, 2018). Conciencia y responsabilidad profesional: Se debe fomentar la responsabilidad de los estudiantes en su desarrollo profesional y en el trabajo de sus competencias blandas (Direito, Pereira y de Oliveira, 2012; Cleary *et al.*, 2017).

El modelo lineal generalizado del factor habilidades blandas parte dos se corrió haciendo uso de las variables independientes: 1) trabajo, 2) becas, 3) idiomas, 4) escolaridad del papá, 5) escolaridad de la mamá, 6) oficio del papá y 7) oficio de la mamá. En la prueba de contraste de ómnibus se halló que la escuela del IPN es la que tiene diferencia significativa en las variables ($P < 0.05$). En los efectos del modelo, se encontró que en el IPN las variables con diferencias son la actividad laboral, contar con una beca, el idioma y la escolaridad de la mamá. Cabe destacar que los jóvenes que indicaron que actualmente trabajan son los que mejor califican las habilidades blandas. Además, los participantes que indicaron tener una beca son los que perciben de mejor forma el factor. Por lo que se refiere al idioma, se halló que los participantes que dijeron conocer el idioma francés calificaron de mejor forma las habilidades interpersonales. Por último, los jóvenes que señalaron que su madre no tiene estudios son los que obtuvieron más puntos en los enunciados.

Como parte de la encuesta, se les pidió a los estudiantes que marcaran las cinco competencias, de una lista de 26, que ellos consideran que son de mayor importancia para un ingeniero a la hora de ejercer su profesión. En la tabla 3 se muestran las cinco competencias más importantes por cada institución.

Tabla 3. Resultados de las cinco competencias que debe tener un ingeniero.

IPN	Media	Escuela de Ingeniería de Bilbao	Media	ITS	Media
Liderazgo	1.42	Resolución de problemas	1.30	Comunicación	1.53
Comunicación	1.52	Trabajo en equipo	1.40	Innovación	1.65
Toma de decisiones	1.54	Toma de decisiones	1.48	Trabajo en equipo	1.66
Innovación	1.57	Innovación	1.55	Liderazgo	1.68
Resolución de problemas	1.58	Liderazgo	1.67	Uso de las TIC	1.68

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Se concluye que las instituciones de educación superior deben intensificar sus esfuerzos para mejorar las competencias socioemocionales de los jóvenes. A continuación, se presentan las conclusiones principales y recomendaciones basadas en el análisis:

1. **Mejora en competencias socioemocionales:** Es crucial que las instituciones educativas refuercen el desarrollo de habilidades blandas, ya que estas son fundamentales para el éxito en un entorno laboral competitivo.
2. **Necesidad de actualización curricular:** Los programas de estudio deben actualizarse para incluir competencias socioemocionales que los mercados laborales exigen para que los egresados estén mejor preparados para enfrentar desafíos profesionales.
3. **Atención a programas específicos:** En particular, los programas relacionados con la informática en el IPN requieren atención, ya que los estudiantes de estas áreas obtuvieron puntuaciones más bajas en habilidades blandas comparado con otras carreras.
4. **Desarrollo del liderazgo y habilidades directivas:** Las competencias sociales deben enfocarse en potenciar el liderazgo y preparar a los estudiantes para aspirar a roles estratégicos y directivos en las organizaciones.
5. **Actitud y disposición de los estudiantes:** La actitud, disposición e iniciativa de los estudiantes son factores clave para el desarrollo exitoso de habilidades blandas. Las instituciones deben incentivar estos aspectos en su alumnado.
6. **Actualización de programas de estudio.** Revisión de competencias requeridas: Estudiar las competencias socioemocionales demandadas por los mercados laborales de ingenieros y actualizar los programas de estudio en consecuencia para asegurar que los egresados estén alineados con las expectativas del sector.
7. **Refuerzo en programas de informática.** Mejora en la formación: Revisar y mejorar los programas relacionados con la informática en el IPN para aumentar el enfoque en el desarrollo de habilidades blandas.
8. **Incremento de estancias académicas y experiencias laborales.** Programas de estancias: Reforzar los programas de estancias académicas en la indus-

tria para permitir a los estudiantes experimentar el entorno laboral real, enfrentar problemas y colaborar con profesionales experimentados. Talleres y asignaturas complementarias: Ofrecer talleres adicionales y asignaturas complementarias que fortalezcan las competencias socioemocionales.

9. Fomento del liderazgo y la gestión: Desarrollo de liderazgo. Implementar cursos y actividades que promuevan el liderazgo y habilidades directivas, preparando a los estudiantes para roles estratégicos en el futuro.

10. Incentivar la actitud y disposición. Motivación y actitud: Crear un entorno educativo que motive a los estudiantes a desarrollar una actitud positiva y proactiva hacia el aprendizaje y la mejora continua de sus habilidades blandas.

11. Capacitación y apoyo a los profesores. Formación docente: Ofrecer formación a los profesores en inteligencia emocional y estrategias para apoyar a los estudiantes en el desarrollo de habilidades socioemocionales. Esto no solo mejorará la calidad de la enseñanza, sino que también contribuirá al bienestar de los docentes.

Al implementar estas recomendaciones, las instituciones de educación superior estarán mejor preparadas para equipar a los estudiantes con las competencias necesarias para destacar en el competitivo entorno laboral y contribuir de manera efectiva a sus futuros roles profesionales.

Bibliografía

DE Educación IPAE (2019). *Conferencia Anual de Ejecutivos educando a los ciudadanos CADE IPAE*. https://www.ipae.pe/wpcontent/uploads/2019/08/ENTREGABLE_CADE_EDUCACION_2019.pdf

Abdullah-Al-Mamun, M. (2012). The soft skills education for the vocational graduate: Value as work readiness skills. *British Journal of Education, Society & Behavioral Science*, 2(4), 326-338.

Bailly, F. and Léné, A. (2012). The personification of the service labor process and the

- rise of soft skills: a French case study. *Employee Relations*, 35(1), 79-97.
- Balcar, J. (2014). Soft skills and their wage returns: Overview of empirical literature. *Review of Economic Perspectives*, 14(1), 3-15.
- Berglund, A. and Heintz, F. (2014). Integrating Soft Skills into engineering education for increased student throughput and more professional engineers. Retrieved from https://www.lth.se/fileadmin/lth/genombrottet/konferens2014/11_Berglund_Heintz.pdf.
- Cháves, M., & Dorado-Martínez, A. (2019). Desarrollo de habilidades para la vida en Escuela Móvil: estrategia de empoderamiento de niños y adolescentes como sujetos de derecho. *Univ. Salud*, 21(3), 205-214. <https://doi.org/10.22267/rus.192103.157>
- Cleary, J. L., Kerrigan, M. R. and Van Noy, M. (2017). Towards a New Understanding of Labor Market Alignment. In Paulsen, M. (ed.), *Higher Education: Handbook of Theory and Research* (pp. 577-629). Cham, Switzerland: Springer. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-319-48983-4_12.
- Cordero, J. M. (2017). La relación entre habilidades cognitivas y no cognitivas. *Revista de educación*, 2(375), 36-60. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2016-375-334>
- Cássia Nakano, T., Della Torre de Moraes, I., & Waki de Oliveira, A. (2019). Relação entre inteligência e competências socioemocionais. *Revista de Psicologia*, 37(2), 407-424.
- Dell'Aquila, E., Marocco, D., Ponticorvo, M., Di Ferdinando, A., Schembri, M. and Miglino, O. (2017). Educational Games for Soft-Skills Training in Digital Environments. *Advances in Game-Based Learning*. Cham, Switzerland: Springer .
- Devis-Rozental C. (2018). Humanising Higher Education by Meeting Scholars' Needs with Socio-Emotional Intelligence. In Devis, C. (ed.), *Developing Socio-Emotional Intelligence in Higher Education Scholars*. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-319-94036-6_5.
- Dewaele, J. M., Gkonou, C. and Mercer S. (2018). Do ESL/EFL Teachers' Emotional Intelligence, Teaching Experience, Proficiency and Gender Affect Their Classroom Practice? In Martínez, J. (ed.), *Emotions in Second Language Teaching*. Cham, Switzerland: Springer . Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-319-75438-3_8.

- Direito, I., Pereira, A. and de Oliveira, A. M. (2012). Engineering undergraduates' perceptions of soft skills: Relations with self-efficacy and learning styles. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 843-851. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812040335>.
- Fadel, C. and Groff J. S. (2019). Four-Dimensional Education for Sustainable Societies. In Cook, J. (ed.), *Sustainability, Human Well-Being, and the Future of Education*. Cham, Switzerland: Palgrave Macmillan. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-319-78580-6_8.
- Florea, R. and Stray, V. (2018). Software Tester, We Want to Hire You! An Analysis of the Demand for Soft Skills. In Garbajosa, J., Wang, X. and Aguiar, A. (eds.), *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming. XP 2018*. Cham, Switzerland: Springer .
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2020). Importancia del desarrollo de habilidades transferibles en América Latina y el Caribe. *Revista Unicef para cada niño*. https://www.unicef.org/lac/sites/unicef.org.lac/files/2020-07/Importancia-Desarrollo-Habilidades-Transferibles-ALC_0.pdf
- Fuentes, G., Moreno-Murcia, L. M., Rincon-Tellez, D. C. & Silva, M. (2021). Evaluación de las habilidades blandas en la educación superior. *Formación Universitaria*, 14(4), 49-60. <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=Formaci%C3%B3n+Universitaria>
- Gibb, S. (2014). Soft skills assessment: theory development and the research agenda. *International Journal of Lifelong Education*, 33(4), 455-471.
- Gilar, R., Pozo, T. y Castejón, J. L. (2018). Desarrollando la inteligencia emocional en educación superior: evaluación de la efectividad de un programa en tres países. *Educación XX1*, 22(1).
- González, M. G., Inciso, B. V., Arciniegas-Hurtado, L. F., Tovar, P. A., Bonza-Forero, P. I., & Arévalo-Peña, L. P. (2021). La importancia de las habilidades blandas para la empleabilidad y sostenibilidad del personal en las organizaciones. *POLI, Politécnico Gran Colombiano*, 2(2). <https://journal.poligran.edu.co/index.php/encuentros/citationstylelanguage/get/acm-sig-proceedings?submissionId=2646&publicationId=2437>
- Guerra-Báez, S. P. (2019). Una revisión panorámica al entrenamiento de las habilidades blandas en estudiantes universitarios. *Psicología Escolar e Educacional*, 23, 1-11. <https://doi.org/10.1590/2175-3539201901646>

- Hernández, C. A., & Neri, J. C. (2020). Las habilidades blandas en estudiantes de ingeniería de tres instituciones públicas de educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 10(20), 1-24. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.678>
- Ibarraran, P., Ripani, L., Taboada, B., Villa, J. M. and Garcia, B. (2014). Life skills, employability and training for disadvantaged youth: Evidence from a randomized evaluation design. *IZA Journal of Labor & Development*, 3(1), 10.
- Krüger, M., & Chiappe, A. R. (2021). 21st-century skills and their relationship to STEAM learning environments: a review. *RED. Revista Educacion a Distancia* 21(66), 1-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red.470461>
- Kumar, S. and Hsiao, J. K. (2007). Engineers learn “soft skills the hard way”: Planting a seed of leadership in engineering classes. *Leadership and Management in Engineering*, 7(1), 18-23.
- Lennox, A. and Roos, F. (2017). Preparing students for the workplace-development of soft skills. In Delener, N. and Schweikert, C. (eds.), *Changing Business Environment: Gamechangers, Opportunities and Risks* (pp. 354-360). United States: Global Business and Technology Association. Retrieved from http://www.researchgate.net/profile/Zhenning_Xu2/publication/320064694_MARKET_SEGMENTATION_USING_CLUSTER_ANALYSIS_AND_COMBINATORIAL_FUSION/links/59cbb1e20f7e9bbfdc3b6bb2/MARKET-SEGMENTATION-USING-CLUSTER-ANALYSIS-AND-COMBINATORIAL-FUSION.pdf#page=373.
- Lopez-Agudo, L. A., Prieto-Latorre, C., & Marcenaro-Gutierrez, D. (2021). The Power of Expectations on Students Year of Schooling. *Journal of New Approaches in Educational*, 10(2), 1-18.
- Majid, S., Liming, Z., Tong, S. and Raihana, S. (2012). Importance of soft skills for education and career success. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, 2(2), 1037-1042.
- Matteson, M. L., Anderson, L., & Boyden, C. (2016). “Soft Skills”: A Phrase in Search of Meaning. *Portal: Libraries and the Academy*, 16(1), 71-88.
- Musa, F., Mufti, N., Latiff, R. A. and Amin, M. M. (2012). Project-based learning (PjBL): inculcating soft skills in the 21st century workplace. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 59, 565-573.
- Pieterse, V. and van Eekelen, M. (2016). Which Are Harder? Soft Skills or Hard

- Skills? In Gruner, S. (ed.), *ICT Education*. SACLA 2016 (pp 160-167). Cham, Switzerland: Springer. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-319-47680-3_15.
- Pool, L. D. (2017). Developing Graduate Employability: The CareerEDGE Model and the Importance of Emotional Intelligence. In Tomlinson, M. and Holmes, L. (eds.), *Graduate Employability in Context*. London, England: Palgrave Macmillan. Retrieved from https://doi.org/10.1057/978-1-137-57168-7_15.
- Rao, M. S. (2014). Enhancing employability in engineering and management students through soft skills. *Industrial and Commercial Training*, 46(1), 42-48.
- Retnanto, A., Parsaei, H. R. and Parsaei, B. (2019). Capacity Building Through Strengthening Professional Skills in Engineering Graduates. In Nazir, S., Teperi, A. M. and Polak-Sopińska, A. (eds.), *Advances in Human Factors in Training, Education, and Learning Sciences*. Cham, Switzerland: Springer. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-319-93882-0_15.
- Robles, M. M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business Communication Quarterly*, 75(4), 453-465. doi:10.1177/1080569912460400. Retrieved from <https://doi.org/10.1177/1080569912460400>.
- Shakir, R. (2009). Soft skills at the Malaysian institutes of higher learning. *Asia Pacific Education Review*, 10(3), 309-315.
- Taylor, E. (2016). Investigating the perception of stakeholders on soft skills development of students: Evidence from South Africa. *Interdisciplinary Journal of e-Skills and Lifelong Learning*, 12(1), 1-18.
- Vesely A. K. and Saklofske D. H. (2018). Emotional Intelligence and the Next Generation of Teachers. In Keefer, K., Parker, J. and Saklofske, D. (eds.), *Emotional Intelligence in Education*. Cham, Switzerland: Springer. Retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-319-90633-1_14.

Análisis de asertividad en la respuesta de asistentes de inteligencia artificial en el ámbito académico

Analysis of assertiveness in the response of artificial intelligence assistants in the academic field

Karla Margarita Castilla Acosta

Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Autor de correspondencia: kcastillaa@itesco.edu.mx

Omar Eduardo Betanzos Martínez

Tecnológico Nacional de México,
campus Coatzacoalcos

Resumen

Los *chatbots* de inteligencia artificial (IA) o asistentes (IA), cada vez toman mayor relevancia en el ámbito académico, en investigación, búsqueda de material de estudio, redacción de documentos, resolución de problemas, asistencia a alumnos, entre otras actividades. No obstante, el utilizar una IA puede traer consigo errores de imprecisión y confianza en la información. El presente estudio muestra un análisis comparativo del asertividad en las respuestas proporcionadas por cinco asistentes de inteligencia artificial que son: *Chat GPT*, *Claude*, *Copilot*, *Gemini* y *Mistral*. La asertividad se evaluó en términos de precisión, claridad, relevancia, coherencia y objetividad de las respuestas. Se propuso un banco de 10 preguntas académicas, distribuidas en diferentes niveles de complejidad y disciplinas, las respuestas de cada asistente se analizaron cualitativa y cuantitativamente. La metodología para llevar a cabo este análisis, se utilizó una combinación de revisión bibliográfica y pruebas experimentales a través de preguntas con temas académicos de diversas disciplinas a cinco asistentes de IA que son *Chat GPT*, *Claude*, *Copilot*, *Gemini* y *Mistral*.

Los errores identificados se clasificaron en cinco categorías: errores factuales, errores de razonamiento, errores de contexto, errores de sesgo y errores de citas,

estos se analizaron cuantitativa y cualitativamente. Además, se recopilieron testimonios de estudiantes y profesores sobre sus experiencias con estos asistentes.

Palabras Clave: Asertividad, inteligencia artificial, docencia

Abstract

Artificial Intelligence (AI) chatbots or assistants are becoming increasingly relevant in the academic field for research, searching for study materials, document writing, problem-solving, student assistance, and other activities. However, using AI can sometimes result in errors related to inaccuracy and overconfidence in the provided information. This study presents a comparative analysis of the accuracy of the responses provided by five AI assistants: Chat GPT, Claude, Copilot, Gemini, and Mistral. The accuracy was evaluated in terms of precision, clarity, relevance, coherence, and objectivity of the responses. A set of 10 academic questions, distributed across different levels of complexity and disciplines, was proposed, and the responses from each assistant were analyzed both qualitatively and quantitatively. The methodology for this analysis combined a literature review and experimental tests by posing academic questions from various disciplines to the five AI assistants: Chat GPT, Claude, Copilot, Gemini, and Mistral.

The identified errors were classified into five categories: factual errors, reasoning errors, contextual errors, bias errors, and citation errors. These were analyzed both quantitatively and qualitatively. Additionally, testimonies from students and professors about their experiences with these assistants were collected.

Keywords: Accuracy, artificial intelligence, teaching

Introducción

Durante la última década, la investigación en la universidad es imprescindible para el desarrollo de proyectos con impacto social, cultural, económico de la región y el país, esta investigación puede representar altos costos tanto en su acceso como en equipos potentes para la realizar las búsquedas de información de forma rápida, es así como la IA se presenta como una alternativa asequible, en ahorro de

tiempos de investigación y costos para las universidades (Intel, 2024). Asimismo, la IA en el ámbito académico, en especial el impartir docencia, proporciona múltiples recursos para ofrecer una cátedra más atractiva, dinámica y sofisticada, pero esto también ha representado un gran reto en el discernimiento de la calidad y veracidad de la información proporcionada por los asistentes de inteligencia artificial basados en algoritmos de procesamiento de lenguaje natural (NLP).

Estos asistentes están basados en modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM) y han experimentado un avance significativo en los últimos años dentro del campo de la educación y están entrenados para el manejo, análisis y comprensión de grandes cantidades de datos (AWS, 2023). Los servicios LLM conversacionales también conocidos como *ChatBots*, tiene la capacidad para generar lenguaje natural y autoaprendizaje, y son extremadamente flexibles, brindan acceso a muchas habilidades, como la generación de resúmenes, textos y respuestas a preguntas complejas, lo que lo hace atractivo a los estudiantes (Laato et al. 2023).

Estos LLM representan una mejora importante en el procesamiento del lenguaje natural (NLP) e inteligencia artificial (IA) y son fácilmente accesibles para el público a través de interfaces (IBM 2024), como el desarrollado por OpenAI en el año 2018 (Marr 2023; Olmos 2023), conocido como Chat GPT o Dall-E, en su versión más reciente Chat GPT 3. GPT son las siglas de “Generative Pre-trained Transformer” (*Transformador Generativo Preentrenado*) (Sabzalieva, Emma y Valentini, Arianna, 2023). Por su parte, Anthropic, fundada en 2021, lanza Claude, modelo de IA en búsqueda de un sentido más humano, con características significativas de eficiencia, inteligencia y su resistencia a los *jailbreaks* (Anthropic, 2024). Otra opción es Copilot, de Microsoft, que funciona junto con aplicaciones Microsoft 365 populares como Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Teams y más (Microsoft 2024), a diferencia de Gemini, desarrollado por Google AI, está diseñado para ser multimodal, surge como la evolución de los modelos anteriores de Google, como LaMDA y PaLM, y se destaca por su capacidad de procesar y generar diferentes tipos de información, incluyendo texto, código, audio y video, lo que le permite realizar tareas más complejas y realistas (Gemini, 2024).

Por último, la IA de Mistral, desarrollada por Mistral AI, una empresa con sede en París, Francia. Su principal característica distintiva es su enfoque en la eficiencia y la accesibilidad, ofreciendo capacidades avanzadas de procesa-

miento de lenguaje natural con un menor consumo de recursos en comparación con otros modelos de IA (Mistral 2024).

La asertividad, definida como la capacidad de expresar ideas y opiniones de manera clara, directa y respetuosa, es una habilidad crucial en la comunicación académica (ASALE y RAE 2023). El objetivo de este estudio es analizar el asertividad de LLM de vanguardia, en el contexto de investigación y actividades académicas, para determinar si existen diferencias significativas de sus respuestas entre estos modelos LLM. A través de un análisis comparativo, se evalúa su efectividad de respuestas asertiva en los diferentes tópicos a fines al contexto.

Metodología

Para el presente estudio sigue un enfoque mixto, utilizando tanto métodos cualitativos como cuantitativos. El objetivo es evaluar el rendimiento de asistentes de LLM en términos de asertividad, utilizando un conjunto de métricas previamente definidas. Se utilizarán datos recogidos a través de un experimento controlado en el que los asistentes responderán preguntas académicas. Esta metodología se llevó a cabo en tres fases:

1. Selección de asistentes de LLM

Los asistentes fueron seleccionados por su acceso público y su capacidad para responder preguntas en un amplio rango de temas académicos. Se eligieron *Chat GPT*, *Claude*, *Copilot*, *Gemini* y *Mistral* por ser representativos de los sistemas actuales de LLM conversacionales.

2. Banco de preguntas académicas

En este apartado se desarrolló la instrucción de interacción con los LLM para los cinco asistentes virtuales. Proponiendo la redacción de esta forma; “Necesito 10 preguntas de ciencias y matemáticas que te causen confusión a ti _____ en la respuesta, algo en lo que no estés seguro de la respuesta, y que otros LLM también le causaría confusión responder”. Se desarrolló el conjunto de 10 preguntas

académicas por cada uno de los LLM, que cubrían las disciplinas de matemáticas y ciencias. (tabla 1).

Tabla 1. Respuesta de los cinco LLM consultadas con la instrucción propuesta.

No.	Chat GPT	Claude	Copilot	Gemini	Mistral
1	¿Cómo resolverías la paradoja de los agujeros negros y la información cuántica?	¿Cuál es la solución exacta a la ecuación de Navier-Stokes en tres dimensiones?	¿Cuál es la interpretación correcta de la mecánica cuántica en el contexto de la paradoja del gato de Schrödinger?	Filosofía de la ciencia: ¿Qué es la realidad y cómo sabemos que existe?	¿Cuál es la naturaleza exacta de la materia y la energía oscuras en el universo?
2	¿Cuál es la naturaleza exacta de la energía oscura y cómo afecta la expansión del universo?	¿Cómo se puede unificar completamente la mecánica cuántica y la relatividad general?	¿Cómo se resuelve el problema de la medida en la teoría cuántica de campos?	Cosmología: Si el universo es infinito, ¿tiene un centro?	¿Existe una teoría unificada que combine la mecánica cuántica y la relatividad general?
3	¿Cómo interpretarías los números infinitesimales en una teoría consistente de la física cuántica?	¿Cuál es la naturaleza precisa de la materia y la energía oscuras?	¿Cuál es la solución exacta de la ecuación de Navier-Stokes en tres dimensiones para un flujo turbulento?	Inteligencia artificial: ¿Puede una máquina llegar a ser consciente?	¿Cuál es la solución general para la ecuación de Navier-Stokes en tres dimensiones?
4	¿Cuál es la solución al problema P vs NP en ciencias de la computación?	¿Existe una teoría matemática que pueda probar su propia consistencia?	¿Cómo se puede unificar la teoría de la relatividad general con la mecánica cuántica?	Matemáticas: ¿Existe un número más grande que el infinito?	¿Cómo se puede predecir con precisión el comportamiento de los sistemas caóticos a largo plazo?
5	¿Qué ocurre exactamente en la singularidad dentro de un agujero negro?	¿Cómo surge exactamente la consciencia de la actividad neuronal?	¿Cuál es la naturaleza exacta de la materia y la energía oscuras en el universo?	Física cuántica: ¿Cómo se puede explicar la dualidad onda-partícula de la luz?	¿Cuál es la estructura interna de un agujero negro y qué sucede en su singularidad?
6	¿Qué es el tiempo, en su esencia, y cómo se define de manera absoluta?	¿Cuál es la solución al problema P vs NP en teoría de la complejidad computacional?	¿Cómo se puede resolver el problema de la singularidad en el centro de un agujero negro?	Biología: ¿Cuál es el origen de la vida en la Tierra?	¿Existe una prueba definitiva de la conjetura de Collatz (también conocida como la conjetura $3n + 1$)?
7	¿Cómo se concilian las propiedades cuánticas del entrelazamiento con la teoría de la relatividad de Einstein?	¿Cómo se puede resolver la paradoja de la información en los agujeros negros?	¿Cuál es la interpretación correcta de los números transfinitos en la teoría de conjuntos?	Ética: ¿Es justificable experimentar con animales para el avance científico?	¿Cuál es la naturaleza exacta de la consciencia y cómo surge de la actividad cerebral?

8	¿Qué sucedió antes del Big Bang?	¿Existe una explicación matemática completa para el fenómeno de la turbulencia en fluidos?	¿Cómo se puede determinar la estructura exacta de un espacio de Calabi-Yau en la teoría de cuerdas?	Lógica: ¿Puede una afirmación ser verdadera y falsa al mismo tiempo?	¿Cómo se puede predecir con precisión el comportamiento de los sistemas biológicos complejos, como el cerebro humano?
9	¿Existe una fórmula matemática exacta que prediga el comportamiento caótico en sistemas dinámicos complejos, como el clima?	¿Cómo se puede determinar con precisión el estado cuántico de un sistema sin alterarlo?	¿Cuál es la solución general de la ecuación de Yang-Mills en cuatro dimensiones?	Teoría de juegos: ¿Existe una estrategia ganadora en todos los juegos?	¿Existe una solución general para la ecuación de Yang-Mills en cuatro dimensiones?
10	¿Es posible crear una “teoría del todo” que combine la relatividad general con la mecánica cuántica?	¿Cuál es la naturaleza exacta del tiempo a nivel fundamental en el universo?	¿Cómo se puede resolver el problema de la paradoja del gemelo en la relatividad especial y general?	Matemáticas: ¿Cuál es el número más irracional?	¿Cuál es la naturaleza exacta del tiempo y cómo se relaciona con el espacio en el contexto de la teoría de la relatividad?

Nota. En esta tabla se presentan las respuestas de los LLM a la solicitud de la instrucción: “Necesito 10 preguntas de ciencias y matemáticas que te causen confusión a ti _____ en la respuesta, algo en lo que no estés seguro de la respuesta, y que otros LLM también le causaría confusión responder”. Fuente: Elaboración propia.

3. Evaluación de las respuestas

Cada respuesta fue evaluada utilizando cinco dimensiones clave:

- **Precisión:** Si la respuesta es correcta y precisa.
- **Claridad:** Si la respuesta es comprensible y sin ambigüedades.
- **Relevancia:** Si la respuesta se ajusta adecuadamente a la pregunta formulada.
- **Coherencia:** Si la respuesta sigue una estructura lógica.
- **Objetividad:** Si la respuesta es imparcial y basada en hechos.

Para esta etapa de evaluación de respuestas, se utilizó una escala Likert de 1 a 5 para calificar cada dimensión, donde 1 indica baja calidad y 5 indica alta calidad. Las respuestas fueron analizadas tanto de manera cuantitativa como cualitativa para identificar patrones de errores y puntos fuertes.

Resultados y discusión

El mundo de la ciencia y las matemáticas está lleno de desafíos y enigmas que han intrigado a los más grandes pensadores a lo largo de la historia. A pesar de los avances impresionantes en el conocimiento humano, existen preguntas que siguen siendo difíciles de responder, incluso para las tecnologías más avanzadas, como la inteligencia artificial (IA). Este conjunto de preguntas no solo explora los límites de nuestro entendimiento, sino que también revela áreas donde la ciencia y los LLM aún encuentran incertidumbre.

Las preguntas que hemos planteado abordan algunas de las paradojas y problemas más profundos de la física, las matemáticas y la informática. Estos temas no solo son motivo de debate entre expertos, sino que presentan un desafío intelectual significativo debido a su complejidad y el impacto que podrían tener en nuestro entendimiento del universo y de la realidad misma.

Los resultados de estas preguntas, y las respuestas inciertas que generan, nos recuerdan que a pesar de los avances en IA y en el procesamiento de información, hay áreas del conocimiento que siguen evolucionando y están sujetas a nuevas interpretaciones. Al analizar estos resultados, no solo reconocemos las limitaciones de la IA, sino también las vastas posibilidades que el futuro científico y tecnológico nos puede deparar. Las interrogantes presentadas reflejan una búsqueda constante por expandir las fronteras del conocimiento humano y destacan la importancia de la colaboración entre la mente humana y las herramientas tecnológicas para resolver los mayores misterios de nuestro tiempo.

Chat GPT y Claude acompañaron el resultado a la solicitud con la aclaración de la limitante de conocimientos actuales y la naturaleza abierta de los temas por lo cual no consideraban con total asertividad estas respuestas. Mistral, por su parte, fue más concreto al señalar que la preguntas están en la frontera del conocimiento científico y matemático actual; asimismo, Copilot hizo hincapié en la complejidad de estas y el debate que genera en la comunidad científica la respuesta a ellas.

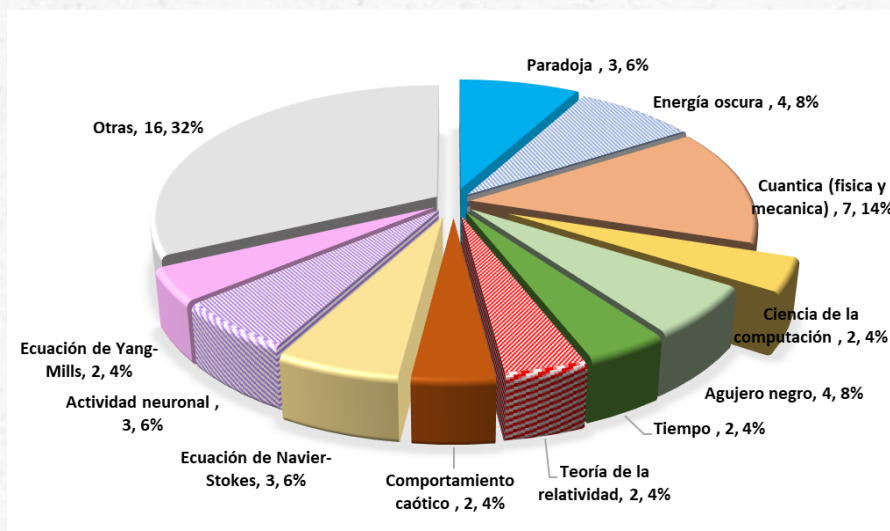
Sin embargo, Gemini mostro una reserva a generar las preguntas, debido a que, para esta IA, las preguntas están diseñadas para estimular el pensamiento crítico y el debate, y no tienen una respuesta definitiva que incluso los expertos en diferentes campos pueden tener opiniones divergentes sobre estos temas, aun

así, respondió con 10 preguntas clasificándolas por tópicos sin ser lo solicitado, y su complejidad es más enfocada a una reflexión o debate que a un conocimiento.

En el Gráfico 1 se presenta una comparativa de modelos de lenguaje de gran escala (LLM). Hemos clasificado las respuestas generadas por diferentes IA en función de su afinidad con los tópicos tratados, como física cuántica, energía oscura, y la naturaleza de la materia. Los resultados se agruparon en dos categorías: aquellas respuestas afines al contexto y aquellas clasificadas como “otros” por su falta de relevancia.

Destaca que Gemini no mostró afinidad con los tópicos principales en comparación con las demás IA evaluadas. Por otro lado, modelos como Chat GPT, Claude, Copilot y Mistral coincidieron ampliamente en áreas clave como mecánica cuántica, energía oscura y agujeros negros. Además, Claude y Mistral (este último con dos menciones) fueron los únicos que abordaron temas biológicos, haciendo alusión a la actividad neuronal, lo que agrega una dimensión interdisciplinaria a sus respuestas. Este análisis revela patrones interesantes sobre cómo diferentes LLM abordan preguntas científicas complejas y temáticas específicas.

Gráfico 1. Comparativa de respuesta de los LLM con respecto a los tópicos.



Nota. Se presentan tópicos de paradoja, energía oscura, física-mecánica cuántica, ciencia de la computación siendo solo Chat GPT y Claude quienes mencionan el tema, agujero negro, tiempo. El tema de la teoría de la relatividad es propuesto por Chat GPT y Mistral. La IA que tiene mayor coincidencia en los temas es Claude.

En la parte de evaluación de las respuestas, se aplicaron cinco dimensiones: precisión, claridad, relevancia, coherencia y objetividad. Cada asistente se evaluó en una escala de 1 a 5, donde 1 es el valor más bajo (desempeño pobre) y 5 es el valor más alto (desempeño excelente).

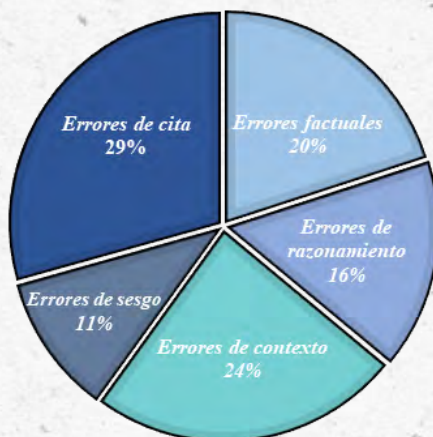
Tabla 2. Comparativa de resultados de la evaluación de escala Likert de los asistentes.

Asistente de IA	Precisión	Claridad	Relevancia	Coherencia	Objetividad	Promedio
Chat GPT	5	4	5	5	5	4.8
Claude	4	4	5	4	5	4.4
Copilot	3	5	3	4	4	3.8
Gemini	4	3	4	5	4	4.0
Mistral	3	3	3	3	4	3.2

Nota. Esta tabla se muestran las respuestas del análisis comparativo de los asistentes a partir de las dimensiones propuestas. Chat GPT sobresale en precisión, coherencia y objetividad. Tiene buena claridad, pero puede mejorar ligeramente en este aspecto. Claude es fuerte en relevancia y objetividad, aunque muestra cierta debilidad en coherencia y claridad. Copilot destaca en claridad, especialmente útil en respuestas técnicas, pero su precisión y relevancia pueden mejorar en otros ámbitos académicos. Gemini es fuerte en coherencia, pero con menor claridad, especialmente en preguntas complejas. Mistral presenta una evaluación más moderada en todas las dimensiones, con un desempeño más bajo en precisión, relevancia y coherencia.

La frecuencia de errores detectada en los asistentes representa áreas de oportunidad, a partir de los resultados que muestran en el gráfico 1, tanto en su efectividad como en su aplicación en investigación y actividades académicas.

Gráfico 2. Frecuencias de errores.



Nota: De los errores detectados en las respuestas de los asistentes se clasificaron en *errores factuales* debido a la información incorrecta o desactualizada, *errores de razonamiento* aquella que prestaban fallos lógicos o conclusiones erróneas, *errores de contexto* debido a una malinterpretación del contexto de la pregunta, *errores de sesgo* sus respuestas influenciadas por sesgos en los datos de entrenamiento y los *errores de cita* o referencias inexactas o fabricadas, se verificaron las citas encontrando que no existían, o no eran acorde al contexto del que se estaba investigando.

Conclusiones

Los asistentes de inteligencia artificial (IA) muestran un potencial significativo como herramientas de apoyo en el ámbito académico, facilitando el acceso a información, la organización de ideas y la generación de contenido, pero también presentan riesgos importantes en términos de precisión y fiabilidad. Los errores más frecuentes están relacionados con citas inexactas y malinterpretación del contexto, lo que puede llevar a malentendidos al utilizar estas tecnologías y a la propagación de información errónea, lo que subraya la importancia de la verificación humana y el pensamiento crítico. Para mitigar estos riesgos, es crucial que los usuarios académicos desarrollen habilidades de evaluación crítica de la información y utilicen estos asistentes como complemento, no como sustituto, del pensamiento y la investigación propios. Las instituciones educativas deben considerar la implementación de guías éticas y prácticas para el uso de asistentes de IA en contextos académicos. Sin embargo, también presentan riesgos importantes en términos de precisión y fiabilidad.

Además, es fundamental recordar que los asistentes de IA no poseen la capacidad de sentir ni de comprender el contexto emocional o social de la información que procesan. No pueden tomar decisiones basadas en juicios éticos o en la experiencia personal, lo que limita su utilidad en situaciones que requieren una profunda comprensión humana. Por lo tanto, su uso debe complementarse con la supervisión y el análisis crítico por parte de los educadores y estudiantes.

De este modo, aunque los asistentes de IA pueden ser herramientas valiosas en la educación, su integración debe hacerse de manera reflexiva, garantizando que se utilicen como apoyo y no como sustitutos del pensamiento crítico y del juicio humano. En última instancia, el objetivo debe ser fomentar una colaboración efectiva entre humanos y máquinas, aprovechando las fortalezas de ambos para enriquecer el proceso educativo.

Bibliografía

- Anthropic. 2024. «Introducción a Claude». *Anthropic*. Recuperado 19 de septiembre de 2024 (<https://docs.anthropic.com/es/docs/intro-to-claude>).
- ASALE, RAE-, y RAE. 2023. «asertivo, asertiva | Diccionario de la lengua española». «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario. Recuperado 19 de septiembre de 2024 (<https://dle.rae.es/asertivo>).
- AWS. 2023. «¿Qué son los modelos de lenguaje de gran tamaño? - Explicación sobre los LLM de IA - AWS». *Amazon Web Services, Inc.* Recuperado 13 de septiembre de 2024 (<https://aws.amazon.com/es/what-is/large-language-model/>).
- Gemini. 2024. «Gemini: Chatea para potenciar tus ideas». Gemini. Recuperado 19 de septiembre de 2024 (<https://gemini.google.com>).
- IBM. 2024. «¿Qué son los grandes modelos de lenguaje (LLM)? | IBM». Recuperado 13 de septiembre de 2024 (<https://www.ibm.com/mx-es/topics/large-language-models>).
- Intel, Todo tipo de inteligencia. 2024. «La inteligencia artificial (IA) en la educación superior». *Intel*. Recuperado 18 de septiembre de 2024 (<https://www.intel.com/content/www/xl/es/education/highered/artificial-intelligence.html>).
- Laato, Samuli, Benedikt Morschheuser, Juho Hamari, y Jari Björne. 2023. «AI-Assisted Learning with ChatGPT and Large Language Models: Implications for


- Higher Education». Pp. 226-30 en 2023 *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*.
- Marr, Bernard. 2023. «A Short History Of ChatGPT: How We Got To Where We Are Today». *Forbes*. Recuperado 30 de julio de 2024 (<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2023/05/19/a-short-history-of-chatgpt-how-we-got-to-where-we-are-today/>).
- Microsoft. 2024. «Microsoft 365 Copilot». *Microsoft Adoption*. Recuperado 19 de septiembre de 2024 (<https://adoption.microsoft.com/es-es/copilot/>).
- Mistral, IA. 2024. «Mistral AI | Frontier AI in Your Hands». Recuperado 19 de septiembre de 2024 (<https://mistral.ai/>).
- Olmos, Fernando Guarneros. 2023. «A un año de ChatGPT, la herramienta que revolucionó la tecnología». *Expansión*. Recuperado 18 de septiembre de 2024 (<https://expansion.mx/tecnologia/2023/11/30/chatgpt-historia-impacto-a-un-ano-lanzamiento>).
- Sabzalieva, Emma, y Valentini, Arianna. 2023. «ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: guía de inicio rápido - UNESCO Biblioteca Digital». Recuperado 13 de septiembre de 2024 (https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa).

La edición digital de esta obra fue financiada por el



COVEICYDET

Consejo Veracruzano de Investigación
Científica y Desarrollo Tecnológico



Los trabajos de investigación compilados en el libro *Desarrollo tecnológico, científico y humanístico en el estado de Veracruz 2024* buscan destacar la investigación científica y tecnológica, así como los estudios educativos y humanísticos que se gestan y construyen en diversas instituciones educativas de nivel superior del estado de Veracruz y en la Universidad Autónoma de Nayarit. Las y los autores-investigadores pertenecen a diversos sectores del conocimiento como el área biológica, las ingenierías, las ciencias sociales y la educación. Cada aportación aborda diferentes fenómenos desde un enfoque innovador y contemporáneo.