



# REVISTA DIGITAL DE TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS Y SISTEMAS

Vol. 8, Núm. 1 | Diciembre de 2024

ISSN: 2683-2453

<https://doi.org/10.61530/redtis.vol8.n1.2024>

<https://www.redtis.org/>



# HOJA LEGAL

## EDITOR GENERAL

***Dr. Juan Francisco Peraza Garzón***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México  
revista@redtis.org

## EDITORA TÉCNICA

***Dra. Mónica del Carmen Olivarría González***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

## COMITÉ EDITORIAL

***Dra. Yadira Quiñonez Carrillo***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dra. Rosa del Carmen Lizárraga Bernal***  
Fac. de Ciencias Económico Admvas. de Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dr. Lucio Guadalupe Quirino Rodríguez***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dra. Ana Paulina Alfaro Rodríguez***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dr. Humberto Rodríguez López***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dra. Natividad Cobarrubias Soto***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dr. José Nicolás Zaragoza González***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dr. Manuel Iván Tostado Ramírez***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dr. Héctor Luis López López***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dr. Alan Josué Barraza Osuna***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

## COMITÉ CIENTÍFICO

***Dra. Cira Fernández de Pelekais***  
FGU Research Center, Florida Global University  
USA

***Dra. Ana Isabel Bonilla Calero***  
Universidad Carlos III de Madrid  
España

***Dr. Manuel Santiago Fernández Prieto***  
Universidad Autónoma de Madrid  
España

***Dr. Óscar Gómez Jiménez***  
Universidad Internacional de Valencia – VIU  
España

***Dr. José Manuel Gómez Goitia***  
Universidad Internacional de RIOJA – UNIR  
España

***Dr. Emiro De-La-Hoz-Franco***  
Depto. de Ciencias de la Computación y Electrónica  
Universidad de la Costa-CUC-Barranquilla-Colombia

***Dr. Dixon David Salcedo Morillo***  
Depto. de Ciencias de la Computación y Electrónica  
Universidad de la Costa-CUC-Barranquilla-Colombia

***Dr. Luis Murillo Fernandez***  
Corporación Universitaria Rafael Núñez  
Barranquilla - Colombia

***M.C. Jairo Acosta Solano***  
Corporación Universitaria Rafael Núñez  
Barranquilla – Colombia

***M.C. Luis Alfredo Blenquicett Benavides***  
Corporación Universitaria Rafael Núñez  
Barranquilla – Colombia

***Dra. Rosa Leticia Ibarra Martínez***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dr. Victor Manuel Martínez García***  
Facultad de Ingeniería Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***M.C. Rogelio Estrada Lizárraga***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***M.C. Ana María Delgado Burgueño***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***Dra. C. Georgina Díaz Fernández***  
Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José  
Varona (UCPEJV). La Habana, Cuba

***Dr. Álvaro Peraza Garzón***  
Instituto Tecnológico de Mazatlán  
Sinaloa, México

***Dra. Mónica Avelina Gutiérrez Haros***  
Universidad Politécnica de Sinaloa  
Mazatlán, Sinaloa, México

***Dr. Juan Antonio Aguilar Rodríguez***  
Universidad Autónoma de Occidente  
Mazatlán, Sinaloa, México

***Dra. Ana Laura Herrera Prado***  
Universidad Autónoma de Occidente  
Mazatlán, Sinaloa, México

***M.C. Patricia Gpe. Gamboa Rodríguez***  
Instituto Tecnológico Superior de Coahuila  
México

## EDITORA VISUAL

***Dra. Mónica del Carmen Olivarría González***  
Fac. de Informática Mazatlán  
Universidad Autónoma de Sinaloa, México

***M.C. José Alfredo Cobián Campos***  
Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional Autónoma de México

## CINTILLO LEGAL

ReDTIS, Año 8 No. 1, enero-diciembre 2024, es una publicación anual editada por la Universidad Autónoma de Sinaloa, a través de la Facultad de Informática Mazatlán, en Av. de los Deportes y Leonísmo Internacional S/N, Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán, Mazatlán, Sinaloa, México. +52 (669) 9811560, <https://www.redtis.org>, [revista@redtis.org](mailto:revista@redtis.org). Editor Principal: Dr. Juan Francisco Peraza Garzón. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2019-112514070300-203, ISSN: 2683-2453, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número Dr. Juan Francisco Peraza Garzón. Fecha de la última modificación: 12 de diciembre de 2024. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.



Google Scholar



Crossref



ReDTIS tiene licencia de Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

# CONTENIDO

<b>ANÁLISIS CIENCIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE EDUCACIÓN SUPERIOR EN ACCESO ABIERTO. ESTUDIO DE CASO: STRATHPRINTS (2018-2023)</b> <i>Ana Isabel Bonilla Calero</i>	<b>1</b>
<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE BLENDER Y AUTODESK MAYA EN EL DESARROLLO DE ENTORNOS PARA EL METAVERSO</b> <i>Mónica del Carmen Olivarría González, Juan Francisco Peraza Garzón, Ana Paulina Alfaro Rodríguez, Alma Yadira Quiñonez Carrillo</i>	<b>12</b>
<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN MATEMÁTICAS Y PROGRAMACIÓN DE ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR DURANTE Y DESPUÉS DE PANDEMIA COVID-19</b> <i>Ana Paulina Alfaro Rodríguez, Héctor Luis López López, Jesús Manuel Bernal Camacho, Paula Flores Hernández</i>	<b>21</b>
<b>ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ÁMBITO DEL DISEÑO GRÁFICO</b> <i>Angelica Rivera Escalera, Alberto Tripp Nava, Antonio Gutiérrez Beltrán, José David Santana Alaniz, Oscar Manuel Peña Bañuelos</i>	<b>29</b>
<b>COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO</b> <i>Raúl Nava López, Ana Luisa Ramírez Noriega, Guillermina Reyes Juárez</i>	<b>37</b>
<b>DESAFÍOS ÉTICOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LAS NUEVAS FORMAS ORGANIZACIONALES</b> <i>Karina Castillo Martínez, Juan Antonio Aguilar Rodríguez, Ana Silvia Madrigal Rentería</i>	<b>46</b>
<b>DISEÑO DE PIEZAS MODELADAS CON IMPRESORA 3D PARA CLASE LÚDICAS DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA</b> <i>Luis Antonio Vera Ramírez, Yennifer Díaz Romero, Víctor Manuel Martínez García, Jesús Alfredo Ramírez Aviña</i>	<b>56</b>

<b>EL PROFESORADO Y EL USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR</b> <i>Ma. Cruz Lozano Ramírez</i>	<b>65</b>
<b>EL USO DE EXOESQUELETOS COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA EN EL ÁREA DE LA ROBÓTICA</b> <i>Juan Carlos Ojeda Alarcón, Ángel González Navarrete, Cristina Villazana González</i>	<b>71</b>
<b>ESTUDIO DE LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) EN LA CONSTRUCCION Y LAS PRINCIPALES APLICACIONES INFORMATICAS DISPONIBLES</b> <i>Jesús Manuel Bernal Camacho, Ana Paulina Alfaro Rodríguez, Mónica del Carmen Olivarría González, Edgar Omar Burgueño Sánchez</i>	<b>78</b>
<b>IMPACTO DE LA PROXIMIDAD DE LOS PUNTOS DE INTERÉS EN LA CONGESTIÓN DE TRÁFICO: UN ENFOQUE BASADO EN LA DENSIDAD DE KERNEL</b> <i>Ernesto de la Cruz-Nicolás, Hugo Estrada-Esquível, Alicia Martínez-Rebollar, Odette Pliego-Martínez</i>	<b>88</b>
<b>LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN E INGENIERÍA MECATRÓNICA DEL TECNOCAMPUS COATZACOALCOS</b> <i>Gabriela Jiménez Arteaga, Oscar Homero Betanzos Valenzuela, Patricia Guadalupe Gamboa Rodríguez</i>	<b>98</b>
<b>LA REALIDAD VIRTUAL APLICADA A LA SALUD MENTAL Y A LAS HABILIDADES SOCIOEMOCIONALES</b> <i>René Rodríguez Zamora, Álvaro Peraza Garzón, Iliana Amabely Silva Hernández, Mónica Avelina Gutiérrez Haros</i>	<b>106</b>
<b>LAS ENFERMEDADES DEL SIGLO XXI POR EL ABUSO DE LAS TIC: ¿CÓMO LAS NOMBRAMOS?</b> <i>Yevgeni Felipe Martínez Santos, Eduardo Delsordo Jassan, Humberto Rodríguez López, Natividad Cobarrubias Soto</i>	<b>115</b>

**LOS NATIVOS DIGITALES DE UNA INSTITUCION DE ESTUDIOS SUPERIORES (IES) DE LA CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL Y EFECTOS VISUALES Y SU HABILIDAD DIGITAL DE PENSADOR COMPUTACIONAL** **126**

*Patricia Guadalupe Gamboa Rodríguez, Karla Alejandra Jiménez Martínez, Oscar Homero Betanzos, Manuel Iván Tostado Ramírez*

**LOS NIÑOS Y LA TECNOLOGÍA: NIÑOS EN UN MUNDO DIGITAL** **138**

*Rosa Leticia Ibarra Martínez, Héctor Luis López López, Ana Paulina Alfaro Rodriguez, Stephany Arly López Díaz*

**PARADIGMA DE LA PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS (POO)** **147**

*Lucio Guadalupe Quirino Rodríguez, Eduardo Alfonso Huerta Mora, Asia Cecilia Carrasco Valenzuela, Héctor Luis López López*

**PERCEPCIÓN DE LOS ALUMNOS SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LAS TUTORÍAS EN SU FORMACIÓN ACADÉMICA EN EDUCACIÓN SUPERIOR** **154**

*Héctor Luis López López, Ana Paulina Alfaro Rodríguez, Víctor Manuel Martínez García, Yennifer Díaz Romero*

**PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL NIVEL SUPERIOR** **163**

*Asia Cecilia Carrasco Valenzuela, Víctor Manuel Martínez García, Jesús Alejandro Vázquez Meza, Yennifer Díaz Romero*

**PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES MEDIANTE SOFTWARE Y SU APLICACIÓN EN ÁREAS DE LA INGENIERÍA** **171**

*Juan Ignacio García Ruiz, Jesús Manuel Bernal Camacho, Edgar Omar Burgueño Sanchez, Ana Paulina Alfaro Rodríguez*

**PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES PARA LA PREDICCIÓN TEMPRANA DEL CÁNCER DE PULMÓN** **180**

*Aurea Teresa Reyes Delgad, Miguel Ángel Cortes Hernández, Raúl Nava López*

**SISTEMA ARTIFICIAL NO IONIZANTE PARA EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE TABACO** **192**

*Dany Iván Martínez de la Cruz, Raúl Hernández Rivera, Eduardo Hu Flores, Leodegario Gonzalo Aguilera Hernández*

<b>SOPORT V.1.0., TECNOLOGÍA ROBÓTICA APLICADA A LA TERAPIA FÍSICA</b> <i>Juan Carlos Ojeda Alarcón, Ángel González Navarrete, Diego de Jesús Hernández Valverde, Dalia Patricia Ramírez Vargas</i>	<b>202</b>
<b>TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN, CAPITAL HUMANO Y SU RELACIÓN CON LA EDUCACIÓN SUSTENTABLE</b> <i>Yennifer Díaz Romero, Víctor Manuel Martínez García, Manuel Iván Tostado Ramírez, Eduardo Alfonso Huerta Mora</i>	<b>209</b>
<b>VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO SOBRE LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA PRÁCTICA DOCENTE</b> <i>Karla Alejandra Jiménez Martínez, Patricia Guadalupe Gamboa Rodríguez, Monserrath Vaughan Bernal, Rodolfo Armando Moreno Toledo</i>	<b>217</b>
<b>VIDEOJUEGO “BIG BRAIN ACADEMY” PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ALUMNOS DE PRIMARIA</b> <i>Rosa Leticia Ibarra Martínez, Héctor Luis López López, Asia Cecilia Carrasco Valenzuela, Jesús Iván Aramburo Gutiérrez</i>	<b>226</b>
<b>DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA LECTURA Y VISUALIZACIÓN DE UN MAPA RASTER UTILIZANDO LENGUAJE C#</b> <i>Álvaro Peraza Garzón, Mónica Avelina Gutiérrez Haros, Juan Francisco Peraza Garzón</i>	<b>236</b>
<b>DISEÑO DE UN INSTRUMENTO EDUCATIVO UTILIZANDO QUIZZ COMO HERRAMIENTA PARA GAMIFICAR ACTIVIDADES EN CÁLCULO</b> <i>Mónica Avelina Gutiérrez Haros, Álvaro Peraza Garzón, Mónica del Carmen Olivarría González</i>	<b>245</b>
<b>PLATAFORMAS VIRTUALES EDUCATIVAS EN TIEMPOS DE PANDEMIA. PERCEPCIÓN Y RETOS DE ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA</b> <i>Carlos Eduardo Zurita Cruz, Omar Vicente García Sánchez</i>	<b>257</b>

# ANÁLISIS CIENCIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE EDUCACIÓN SUPERIOR EN ACCESO ABIERTO. ESTUDIO DE CASO: STRATHPRINTS (2018-2023)

Ana Isabel Bonilla Calero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consejo Superior de Investigaciones Científicas - CSIC (ESPAÑA)

## Resumen

En este estudio analizamos los patrones de producción científica en Educación Superior (2018-2023), utilizando como fuente documental el repositorio de acceso abierto *Strathprints*. Los documentos recuperados en *Strathprints* se describen mediante los siguientes indicadores: indicadores de actividad, colaboración y visibilidad. Los factores que influyen en la visibilidad de los documentos son: tipo de documento; la presencia de documentos en *Social Science Citation Index* (SSCI) y Redes Sociales; tipo de acceso (acceso a texto completo o no); temática y grado de coautoría. El tipo de documento "artículo" tiene el mayor número promedio de citas y descargas en comparación con cualquier otro tipo de documento. La presencia de documentos en revistas indexadas en SSCI o registradas en Redes Sociales aumenta el número de citas y descargas por documento. Los elementos de texto completo tienen más visibilidad que los documentos con acceso restringido. Los documentos con temas interdisciplinarios reciben un mayor número de citas y descargas que los documentos con temas específicos. La colaboración también aumenta la visibilidad de los documentos analizados.

Palabras clave: Acceso abierto, bibliometría, educación superior, producción científica, repositorios institucionales, visibilidad.

## Abstract

In this study, we analyze the patterns of scientific production in Higher Education (2018-2023), using the Strathprints open access repository as a documentary source. Documents retrieved in Strathprints are described by the following indicators: activity, collaboration, and visibility indicators. The factors that influence the visibility of documents are: type of document; the presence of documents in *Social Science Citation Index* (SSCI) and Social Networks; type of access (full-text access or not); subject matter and degree of co-authorship. The "article" document type has the highest average number of citations and downloads compared to any other document type. The presence of documents in journals indexed in SSCI or registered in Social Networks increases the number of citations and downloads per document. Full-text elements have more visibility than documents with restricted access. Papers with cross-cutting themes receive a higher number of citations and downloads than papers with specific. Collaboration also increases the visibility of the documents analyzed.

Keywords: Open access, institutional repositories, bibliometrics, scientific production, visibility, higher education.

## 1 INTRODUCCIÓN

El acceso abierto ayuda a los investigadores a acceder a artículos que sus bibliotecas no proporcionan y, como autores, a maximizar su propio impacto en la investigación [1], [2], [3]. Por esta razón, el número de repositorios institucionales (RIs) está creciendo y "se ha demostrado que el acceso en línea mejora tanto el número de lectores como el impacto de las citas" [4].

A través de un software de repositorio de acceso abierto, podemos conocer el número de descargas por documento, descubrir cuántos países citan y descargan cada documento, y analizar los factores que influyen en el número de citas y descargas por documento [5]. Algunos ejemplos de iniciativas en acceso abierto son:



- Desde octubre de 2012, SCOAP3 ha facilitado la publicación de artículos en acceso abierto en *Particle Physics* [6].
- En el 2012, en la *Declaration on Research Assessment (DORA)*, se promueve que las editoriales de revistas en acceso abierto o basadas en suscripciones, eliminen todas las limitaciones de reutilización de las listas de referencias en los artículos de investigación, y hagan que estén disponibles bajo la dedicación de dominio público de *Creative Commons* [10].
- En abril de 2013, *Nature Publishing Group (NPG)* anunció una nueva iniciativa de datos científicos de acceso abierto.
- En mayo de 2013, *OpenAIRE* y el *CERN* crearon *Zenodo*, un repositorio en línea de nueva generación apoyado por la Comisión Europea [7].
- El informe anual del 2014 del repositorio institucional DIGITAL.CSIC, señalaba los principales logros del movimiento de repositorios en las siguientes líneas de negocio: desarrollo de contenidos y servicios a investigadores, formación y colaboración con otras iniciativas de acceso abierto, e impacto de la producción científica y estrategias de difusión y comercialización [8].
- En diciembre de 2014, Hispania, que es un agregador de objetos digitales procedentes de repositorios OAI-PMH y custodiado por la Coordinación General de Bibliotecas de España [9], ya había superado los cinco millones de objetos digitales.
- En el 2021, en el anteproyecto de recomendación de la UNESCO sobre la ciencia abierta, UNESCO recomienda que se tiene que permitir que los conocimientos, los métodos, los datos y las pruebas de carácter científico estén disponibles y accesibles para todos [11].
- En el 2022 se crea la Coalición de organizaciones para el avance de la evaluación de la investigación entre las que se trata el acceso abierto. A la que Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) se adhiere en abril de 2023 [12].
- En la Ley española 17/2022, de 5 de septiembre, por la que se modifica la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, se indica que los resultados de la investigación estarán disponibles en acceso abierto, gratuito y libre, lo que supondrá un fomento de los repositorios institucionales o temáticos [13].
- En el 202, la Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, del Sistema Universitario Ley 2/2023) indica que el conocimiento científico tendrá la consideración de un bien común, accesible y no mercantilizado. [14].
- Se crea la Estrategia Nacional de Ciencia Abierta para llevarse a cabo entre los años 2023-2027, con los siguientes ejes: A. Infraestructuras digitales; B. Gestión de datos; C. Acceso abierto a publicaciones y D. Incentivos y formación [15].

El objetivo de este trabajo es analizar los patrones de producción científica en Educación Superior, utilizando como fuente documental el repositorio de acceso abierto *Strathprints* a través de indicadores de actividad, colaboración y visibilidad, que nos permiten observar el impacto individualizado de cada documento y los factores que influyen sobre éste.

## 2 METODOLOGÍA

Se desarrolla una investigación experimental sobre 159 documentos sobre Educación Superior publicados en inglés en *Strathprints* entre 2018-2023, con la aplicación de los siguientes indicadores:

- Indicadores de actividad: por tipo de depósito (pre-print: antes de la revisión por pares, versus post-print: después de la revisión por pares), por tipo de documento, por tipo de acceso y por temática.
- Colaboración: índice de coautoría (CAI), definido como el número medio de autores por documento; % de documentos firmados por dos o más autores; Tasa de colaboración internacional (CII), países; % de documentos firmados por dos o más países.
- Visibilidad: Número de citas y descargas (recibidas de 2023 a 2024) por documento y el análisis de cómo influyen en la visibilidad de los documentos los siguientes factores: tipo de depósito, tipo de documento, tipo de acceso, presencia en otras fuentes. Observamos cuántos documentos contenidos

en *Strathprints* se publican en otras fuentes, como *Social Science Citation Index (SSCI)* y cuántos documentos publicados en *Strathprints* están indexados en Redes Sociales.

Un total de 159 documentos escritos en inglés y publicados entre el 2018-2023 fueron recuperados de *Strathprints*.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Indicadores de actividad

##### 3.1.1 Distribución de la producción científica en Educación Superior por tipo de depósito

En la Tabla 1 se muestra el porcentaje de documentos por tipo de depósito, donde la post impresión (*post-print*) es el tipo de depósito con mayor porcentaje de documentos en el periodo analizado (83.02%), tal como observamos en un estudio previo [16].

Tabla 1. Distribución de la producción científica en Educación Superior por tipo de depósito.

Tipo de depósito	N. doc	%
<i>Post-print</i>	132	83.02
<i>Pre-print</i>	27	16.98
Total documentos	159	

##### 3.1.2 Distribución de la producción científica en Educación Superior por tipo de documento

El artículo es el tipo de documento con el mayor porcentaje (55.35%) de documentos publicados entre 2018 y 2023 de los indexados en *Strathprints*, seguido del libro(11.95%) (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de la producción científica en Educación Superior por tipo de documento.

Tipo de documento	N. doc	%
Artículos	88	55.35
Libros	19	11.95
Conferencias	25	15.72
Informes	17	10.69
Discusiones	8	5.03
Otros	2	1.26
Total documentos	159	

##### 3.1.3 Distribución de la producción científica en Educación Superior en *Strathprints* por revistas científicas

En la Tabla 3 se muestran los nombres de las 43 revistas donde se publicaron originalmente los trabajos analizados. Además, en esta tabla asociamos un color (verde, azul, amarillo o blanco) a cada revista. Estos colores son códigos para políticas particulares de autoarchivo de artículos de revistas en repositorios de acceso abierto basados en RoMEO/Sherpa, una base de datos de búsqueda de políticas de editores sobre el autoarchivo de artículos de revistas a través de la Web y en repositorios de acceso abierto (Tabla 3).

Tabla 3. Codificación por colores para la clasificación de las políticas de autoarchivo de artículos de revistas en repositorios de acceso abierto.

Clasificación en colores	Política de archivo de color de RoMEO/Sherpa
Verde	Puede archivar el <i>pre-print</i> o <i>post-print</i> o la versión del editor/PDF
Azul	Puede archivar la impresión posterior (es decir, el borrador final posterior a la revisión) o la versión del editor/ PDF
Amarillo	Puede archivar la <i>pre-print</i> (es decir, la prearbitraje).
Blanco	Archivado no admitido formalmente.

En la Tabla 4 se analizan las políticas de autoarchivo de todas las revistas de las que se seleccionaron los artículos que se utilizan de muestra en este estudio. La revista con más artículos publicados en *Strathprints* en el periodo analizado es "Studies in Higher Education". Además, observamos que el color azul aparece en 5 revistas y el color verde en 25 revistas. Estos colores significan que las revistas con estos colores pueden archivar post-impresiones.

Tabla 4. Distribución de la producción científica en Educación Superior en *Strathprints* por revista científica.

Revista	Color Clasificación RoMEO/Sherpa	N. doc	%
Studies in Higher Education	Amarillo	8	9.09
Journal of Further and Higher Education	Amarillo	3	3.41
Assessment and Evaluation in Higher Education	Amarillo	2	2.27
British Journal of Educational Studies	Amarillo	2	2.27
Higher Education Management and Policy	Amarillo	2	2.27
International Journal of Hospitality Management	Verde	2	2.27
Library Review	Verde	2	2.27
Perspectives: Policy and Practice in Higher Education	Amarillo	2	2.27
Scottish Educational Review	Blanco	2	2.27
Australian Journal of Educational and Developmental Psychology	Blanco	1	1.14
British Journal of Social Work	Amarillo	1	1.14
Georgia University State Law Review	Blanco	1	1.14
Interfaces	Verde	1	1.14
International Journal of Academic Development	Blanco	1	1.14
International Journal of Electrical Engineering Education	Azul	1	1.14
International Journal of Learning	Azul	1	1.14
International Journal of Music Education	Amarillo	1	1.14
Journal of Computer Assisted	Amarillo	1	1.14
Journal of Small Business and Enterprise Development	Verde	1	1.14

Revista	Color Clasificación RoMEO/Sherpa	N. doc	%
Studies in Philosophy and Education	Verde	1	1.14
Teaching and Teacher Education	Verde	1	1.14
Teaching in Higher Education	Amarillo	1	1.14
CEBE Transactions	Amarillo	1	1.14
Active Learning in Higher Education	Amarillo	1	1.14
Advances in Librarianship	Verde	1	1.14
ALT-J: Research in Learning Technology	Amarillo	1	1.14
Architectural Research Quarterly	Verde	1	1.14
Arts and Humanities in Higher Education	Amarillo	1	1.14
British Educational Research Journal	Amarillo	1	1.14
Computer Journal	Amarillo	1	1.14
Global Journal of Engineering Education	Amarillo	1	1.14
Higher Education	Verde	1	1.14
Higher Education Quarterly	Amarillo	1	1.14
Higher Education Research and Development	Amarillo	1	1.14
Industry and Higher Education	Verde	1	1.14
Information Management and Technology	Blanco	1	1.14
Instructional Science	Verde	1	1.14
Interlending and Document Supply	Verde	1	1.14
International Journal of Contemporary Hospitality Management	Verde	1	1.14
International Journal of Electrical Engineering Education	Azul	1	1.14
International Journal of Emerging Technologies in Learning	Verde	1	1.14
International Journal of Engineering Education	Blanco	1	1.14
International Studies In Higher Education	Blanco	1	1.14
Journal for Education in the Built Environment	Azul	1	1.14
Journal of Change Management	Amarillo	1	1.14
Journal of Computer Assisted Learning	Amarillo	1	1.14
Journal of Contemporary Hospitality Management	Verde	1	1.14
Journal of Digital Information	Blanco	1	1.14
Journal of Documentation	Verde	1	1.14
Journal of Hospitality and Tourism Management	blue	1	1.14
Journal of Organisational Transformation and Social Change	Verde	1	1.14
Journal of Teaching in International Business	Amarillo	1	1.14
Journal of Technology in Human Services	Amarillo	1	1.14
Journal of the Royal Statistical Society Series a-Statistics in Society	Blanco	1	1.14

Revista	Color Clasificación RoMEO/Sherpa	N. doc	%
Law Teacher	Amarillo	1	1.14
Learning Environments Research	Verde	1	1.14
Library and Information Research	Verde	1	1.14
Library Management	Verde	1	1.14
Marketing Intelligence and Planning	Verde	1	1.14
MSOR Connections	Verde	1	1.14
Research in Post-Compulsory Education	Amarillo	1	1.14
Sconul Focus	Blanco	1	1.14
Scottish Journal of Adult and Continuing Education	Blanco	1	1.14
Serials	Verde	1	1.14
Social Psychological Review	Blanco	1	1.14
Social Work Education	Amarillo	1	1.14
Sport and Tourism Education	Blanco	1	1.14
Teaching and Teacher Education	Verde	1	1.14
Teaching in Higher Education	Amarillo	1	1.14
The Hospitality Review	Blanco	1	1.14
Times Educational Supplement Scotland	Blanco	1	1.14
Turkish Online Journal of Distance Education	Verde	1	1.14
<b>Total artículos</b>		<b>88</b>	

### 3.1.4 Producción científica en Educación Superior en Strathprints (artículos indexados en SSCI vs No SSCI)

Si analizamos la presencia de estos documentos en SSCI: el 63% del total de documentos no están en SSCI y el 36% si lo están (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de la producción científica en Educación Superior en Strathprints por revista científica indexada en SSCI vs No SSCI.

Indexado en	N. doc	%
SSCI	32	36.36
No SSCI	56	63.64
Total artículos	88	

### 3.1.5 Evolución de la producción científica en Educación Superior indexada en SSCI en Strathprints (2020-2023)

Hay algunos artículos que están indexados en SSCI, pero observamos en la siguiente tabla una tendencia creciente hacia la publicación de artículos SSCI en *Strathprints* en los últimos años. (Tabla 6).

Tabla 6. Evolución de la producción científica en Educación Superior indexada en SSCI en Strathprints

Año de depósito	2020	%	2021	%	2022	%	2023	%	Total artículos
N. doc en SSCI	2	6.25	9	28.13	9	28.13	13	40.63	32

### 3.2 Indicadores de colaboración

#### 3.2.1 Número y porcentaje de documentos firmados con dos o más autores y países en producción científica en Educación Superior en Strathprints

Si analizamos los documentos publicados en fuentes tradicionales (revistas científicas, libros y similares) entre los años 2018 y 2023 y firmados por dos o más autores o países, observamos una media de 2 autores por documento, en los que 80 documentos cuentan con la firma de 2 o más autores, que ocupan el 50% de los documentos analizados y en la que la mayoría solo firma un autor de un país. Solo 10 documento han sido firmados por autores de 2 o más países, que representan el 6% de los documentos analizados. El tipo de colaboración depende de la temática. Los porcentajes obtenidos respecto a estos indicadores son diferentes en otras áreas, como la Física [16], donde podemos observar un mayor número de autores y países firmantes por cada documento.

Tabla 7. Número y porcentaje de documentos firmados con dos o más autores y países en producción científica en Educación Superior en Strathprints.

Tipo de colaboración	N. doc	Media de autores/doc	Número de documentos con 2 o más autores	% de documentos con 2 o más autores	Media de países/doc	Número de documentos con 2 o más países	% de documentos con 2 o más países
Total	159	1.87	80	50.31	1.04	10	6.29

### 3.3 Indicadores que incrementan el impacto de la producción científica en la educación superior

Estudiamos el número de citas y descargas que recibe cada documento, con el fin de analizar los factores que influyen en el impacto de la producción científica en la Educación Superior, donde los documentos que reciben más citas son también los más descargados, tal y como hemos observado en estudios previos [17] y [18].

#### 3.3.1 Influencia del tipo de documento analizado en la visibilidad (citas y descargas recibidas 2020-2023) de la producción científica de la Educación Superior en Strathprints

Si comparamos las citas y las descargas por tipo de documento, observamos que las "conferencias" son el tipo de documento más citado y más descargado en términos del número total de documentos de este tipo de documento. Sin embargo, el mayor número medio de citas y descargas es el de 'artículos' (8 citas de media, 4 por año y documento) y 76 descargas de media, 35 al año por documento (Tabla 8) como observamos en un estudio previo [19].

Tabla 8. Influencia del tipo de documento de los documentos analizados en la visibilidad (citas y descargas recibidas 2020-2023) de la producción científica de la Educación Superior en Strathprints.

Tipo de documentos	N. doc	Citas/doc	Descargas/doc	Citas/año doc	Descargas/año doc	N. doc citados	% doc citados	N. doc descargados	% doc descargados
Artículos	88	8.18	75.63	4.3	35.14	43	46.74	43	46.74
Libros	19	8.05	66.65	1.3	15.98	12	63.15	12	63.15

Conferencia	25	4.40	36.76	2.7	16.10	<b>22</b>	<b>88.00</b>	<b>22</b>	<b>88.00</b>
Informes	17	5.82	49.71	1.7	14.76	13	76.47	13	76.47
Discusiones	8	6.50	30.00	4.1	22.13	4	50	4	50
Tesis	2	2.67	9.00	0.9	3.00	1	50	1	50
Total documentos	159	7.18	60.78	3.33	26.80	92	57.86	92	57.86

### 3.3.2 Influencia de la indexación de los artículos analizados en la base de datos SSCI en la visibilidad de la producción científica de la Educación Superior en Strathprints

Los artículos de *Strathprints* enumerados en la sección SSCI tienen un número promedio más alto de citas y descargas originadas a través de *Strathprints* (10 citas por documento y 5 por año y documento; 81 descargas por documento y 29 por año y documento) que aquellos documentos no recuperados por SSCI. Observamos este patrón similar en otro estudio [6] donde detectamos que los documentos recuperados por una fuente de *Web of Science* reciben más citas que los documentos no recuperados en *Web of Science*. Sin embargo, en el presente estudio los ítems "No SSCI" son más descargados (50%) que los artículos SSCI debido a que la mayoría de ellos se publican en texto completo (Tabla 9).

Tabla 9. Influencia de los artículos analizados indexados en la base de datos SSCI en la visibilidad de la producción científica de Educación Superior en Strathprints.

Indexados en	N. doc	Citas/doc	Descargas/doc	Citas/año doc	Descargas/Año doc	N. doc citados	% doc citados	N. doc descargados	% doc descargados
SSCI	32	10.32	81.06	5.31	29.10	15	46.88	15	46.88
No SSCI	56	6.03	70.02	3.55	12.08	28	37.50	28	50.00
Total artículos	88	8.18	75.63	4.43	35.14	43	46.74	43	46.74

### 3.3.3 Influencia del tipo de acceso (texto completo vs no texto completo) de los trabajos analizados en la visibilidad de la producción científica de la Educación Superior en Strathprints

Los artículos de *Strathprints* que se publican en texto completo tienen un mayor número promedio de citas y descargas originadas por *Strathprints* (12 citas por documento y 6 por año y documento; 85 descargas por documento y 42 por año y documento) que los artículos que no se publican en texto completo. Además, estos artículos son más citados (53%) y descargados (53%). (Tabla 10).

Tabla 10. Influencia del tipo de acceso de los artículos analizados en la visibilidad (citas y descargas recibidas 2020-2023) de la producción científica de la Educación Superior en Strathprints (2018-2023).

Tipo acceso	N. doc	Citas/doc	Descargas/doc	Citas/año doc	Descargas/año doc	N. doc citados	% doc citados	N. doc descargados	% doc descargados
PDF	34	12.33	85.01	5.90	42.24	18	52.94	18	52.94
No PDF	54	4.02	66.25	2.95	28.03	25	46.30	25	46.30
Total artículos	88	8.18	75.63	4.43	35.14	43	46.74	43	46.74

### 3.3.4 Influencia de la visibilidad en Redes Sociales de los trabajos analizados en la visibilidad de la producción científica de Educación Superior en Strathprints

Observamos que 14 de los trabajos de *Strathprints* se publican en revistas con visibilidad en redes sociales como *Facebook*, *X*, *Linkedin*, *RSS feeds*. Si comparamos las citas y descargas recibidas por artículo en redes sociales frente a los artículos sin visibilidad en redes sociales, observamos que los artículos con visibilidad en redes sociales tienen un mayor número medio de citas y descargas originadas por *Strathprints* (9 citas por documento y 5 por año y documento; 90 descargas por documento y 9 por año y documento) que los trabajos sin visibilidad en redes sociales. Además, estos artículos son más citados (64.29%) y descargados (64.29%). (Tabla 11).

Tabla 11. Influencia de la visibilidad en redes sociales de los trabajos analizados sobre la visibilidad de la producción científica de Educación Superior en Strathprints.

Registrado en Redes Sociales	N. doc	Citas/doc	Descargas/doc	Citas/año doc	Descargas/año doc	N. doc citados	% doc citados	N. doc descargados	% doc descargados
SÍ	14	8.78	89.64	5.21	37.15	9	64.29	9	64.29
NO	74	7.59	61.61	3.65	33.13	34	45.95	34	45.95
Total	88	8.18	75.63	4.43	35.14	43	46.74	43	46.74

### 3.3.5 Influencia de la temática de las revistas en la visibilidad de los trabajos analizados de la producción científica de Educación Superior en Strathprints

Si comparamos las citas y descargas por temática (interdisciplinaria versus específica), observamos que los artículos publicados en revistas de carácter temático interdisciplinar tienen un mayor número promedio de citas y descargas originadas por *Strathprints* (14 citas por documento y 6 por año y documento; 91 descargas por documento y 56 por año y documento) que los artículos que se publican en revistas con un tipo temático específico. Además, estos artículos son más citados (62%) y descargados (62%) (Tabla 12) como se observó en un estudio previo [20].

Tabla 12. Influencia de la temática de una revista en la visibilidad de los trabajos analizados de la producción científica de Educación Superior en Strathprints.

Temática	N. doc	Citas/doc	Descargas/doc	Citas/Año doc	Descargas/año doc	N. doc citados	% doc citados	N. doc descargados	% doc descargados
Interdisciplinar	13	14.10	90.83	6.24	56.15	8	61.54	8	61.54
Específica	75	2.25	60.42	2.62	14.12	35	46.66	35	46.66
Total	88	8.18	75.63	4.43	35.14	43	46.74	43	46.74

### 3.3.6 Influencia del tipo de colaboración de los trabajos analizados en la visibilidad de la producción científica de Educación Superior en Strathprints

Si analizamos los artículos con dos o más autores, centros o países por documento en producción científica en *Strathprints* desde 2018-2023, hay 44 documentos con dos o más autores por documento (50%), que tienen una media de 2 autores y 2 países por artículo. Además, observamos que la colaboración aumenta la visibilidad de los artículos porque los trabajos firmados por dos o más autores son más citados (75%) y descargados que los trabajos firmados por un solo autor. Asimismo, los trabajos firmados por dos o más autores presentan un mayor promedio de citas por documento (9) y por documento y año (5) y de descargas por documento (84) y documento y año (40) (Tabla 13), como observamos en un estudio previo [21].



Tabla 13. Influencia del tipo de colaboración de los artículos analizados en la visibilidad de la producción científica de la Educación Superior en Strathprints.

Tipo de colaboración	N. doc	Citas/ doc	Descargas /doc	Citas/ año doc	Descargas /año doc	N. doc citados	% doc citados	N. doc descargados	% doc descargados
Colaboración	44	8.76	84.08	4.76	39.79	33	75.00	33	75.00
No	44	7.60	67.18	4.10	30.49	10	22.73	10	22.73
Total	88	8.18	75.63	4.43	35.14	43	46.74	43	46.74

Por último, hay que indicar que para poder analizar la visibilidad de la producción en abierto en un repositorio es importante que éste cuente con una estructura basada en tres puntos de vista, usuario, autor y evaluador de producción científica, en la que se atiendan aspectos de visibilidad, accesibilidad, usabilidad, actualización, navegabilidad, calidad y satisfacción de usuarios [22].

## 4 CONCLUSIONES

Cada vez existen más iniciativas que apuestan por la producción científica en acceso abierto.

En este estudio analizamos los patrones de producción científica en Educación Superior, utilizando como fuente documental el repositorio de acceso abierto *Strathprints* a través de indicadores de actividad, colaboración y visibilidad, que nos permiten analizar el impacto individualizado de cada documento y observar los factores que influyen en el mismo, como, por ejemplo:

El tipo de documento: 'conferencias' son el tipo de documento más citado y descargado, con respecto al total de documentos de este tipo de documento. Sin embargo, el número promedio más alto de citas y descargas es para los 'artículos'.

Que la revista esté indexada en SSCI: aquellos artículos de *Strathprints* recogidos en SSCI, en los que hay una tendencia creciente de indexación en acceso abierto, tienen un mayor número promedio de citas y descargas originadas por *Strathprints* que aquellos documentos no recuperados por SSCI. No obstante, los artículos "No SSCI" son más descargados que los documentos SSCI porque la mayoría de ellos se publican en texto completo.

El tipo de acceso de los artículos: los artículos de *Strathprints* que se publican en texto completo tienen un mayor número promedio de citas y descargas originadas por *Strathprints* que los artículos que no se publican en texto completo. Además, estos documentos son más citados y descargados.

Que la revista esté registrada en Redes Sociales: los artículos con visibilidad en redes sociales tienen un mayor número medio de citas y descargas originadas por *Strathprints* que los artículos sin visibilidad en redes sociales. Además, estos documentos son más citados y descargados.

La temática: los trabajos que se publican en revistas de temática interdisciplinar tienen un mayor número medio de citas y descargas originadas por *Strathprints* que los trabajos que se publican en revistas con una temática específica. Estos documentos también son más citados y descargados.

La colaboración: La colaboración aumenta la visibilidad de los trabajos. Los artículos firmados por dos o más autores son más citados y descargados que los artículos firmados por un autor. Además, los trabajos firmados por dos o más autores tienen el promedio más alto de citas y descargas por documento.

Por último, indicar que para poder analizar la visibilidad de la producción en abierto en un repositorio es importante que éste cuente con una estructura basada en tres puntos de vista, usuario, autor y evaluador de producción científica, en la que se atiendan aspectos de visibilidad, accesibilidad, usabilidad, actualización, navegabilidad, calidad y satisfacción de usuarios.

## REFERENCIAS

- [1] A. Bonilla, "Estudio sobre una Base de Datos Institucional como herramienta complementaria para evaluar la Producción de Investigación", *Library Review*, 63, no. 1/2, 2014
- [2] T. Brody, L. Carr, y S. Harnad, "Evidencia de hipertexto en el archivo académico". Actas de HT'02, la 13ª Conferencia ACM sobre Hipertexto, 2002.
- [3] K. Antelman, "¿Los artículos de acceso abierto tienen un mayor impacto en la investigación?", *College & Research Libraries News*, vol. 65, no. 5, pp. 372 y 382, 2004.
- [4] E. Garfield, "American Scientist Open Access Forum listserv", 18 de enero de 2004.
- [5] A. Bonilla, "Buenas prácticas en un servicio de repositorio institucional: estudio de caso de Strathprints", *Library Review*, vol. 62, no. 6/7, 2013.
- [6] CSIC, "La Investigación del CSIC en Abierto", *La revista de Digital CSIC*, no. 7, pp. 1-10, 2012.
- [7] W. Newman, "Zenodo –Compartiendo datos de investigación en toda Europa – Haciendo la ciencia más visible", 2013.
- [8] CSIC, "Memoria anual del repositorio institucional DIGITAL". CSIC 2013, 2014.
- [9] Hispania, "Hispania supera los cinco millones de recursos digitales". <http://hispana.mcu.es> [consultado el 8 de diciembre de 2014].
- [10] DORA, "Declaración de San Francisco Sobre la evaluación de la investigación", 2012.
- [11] UNESCO, "Anteproyecto de recomendación de la UNESCO sobre la ciencia abierta", 2021.
- [12] CoARA, "Coalición de organizaciones para el avance de la evaluación de la investigación", 2022.
- [13] LCTI, "Ley 17/2022, de 5 de septiembre, por la que se modifica la Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación", 2022.
- [14] LOSU, "Ley Orgánica 2/2023, de 22 de marzo, del Sistema Universitario Ley 2/2023", 2023.
- [15] ENCA, "Estrategia Nacional de Ciencia Abierta", 2023-2027,
- [16] A. Bonilla, "Scientometric analysis of Physics related research output held in Strathprints (2000-2005)". *Library Review*, vol. 75, no 8., 2008.
- [17] M.J.Kurtz, G.Eichhorn, A. Accomazzi, C. Stern-Grant, M. Demleitner y S. Murray, "Worldwide use and impact of the NASA Astrophysics Data System digital library". *JASIST*, vol. 56, no 1, pp. 36-45, 2005.
- [18] H.F. Moed, "Statistical Relationship Between Download and Citations at the Level of Individual Documents Within a Single Journal". *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 26, no. 10, pp. 1088-1097, 2005.
- [19] A. Bonilla, T. Hernández, I. Gómez, "Visibility of a sample of scientists in Astronomy, Particles Physics and Multidisciplinary Physics in arXiv.org (1996-2006)", In: *Proceedings of ISSI 2007*, Madrid, pp. 830-831., 2007.
- [20] J.M. Levitt y M. Thelwall, "The most highly cited Library and Information Science articles: Interdisciplinarity, first authors and citation pattern", *Scientometrics*, 2009, 78, no 1, pp. 45-67., 2009.
- [21] A. Bonilla, "Colaboración y la Visibilidad en las disciplinas de Física en Science, Citation Index y arXiv (2000-2005)". (tesis doctoral). Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2029.
- [22] J. D. Á. Echavarría y A. I. B. Bonilla-Calero, "Buenas prácticas de diseño, estructura y servicio de los repositorios institucionales como herramientas de información científica en abierto". *Reencuentro. Análisis de problemas universitarios*, vol. 34, no.83, pp. 29-52., 2022.

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE BLENDER Y AUTODESK MAYA EN EL DESARROLLO DE ENTORNOS PARA EL METAVERSO

Mónica del Carmen Olivarría González<sup>1</sup>, Juan Francisco Peraza Garzón<sup>1</sup>, Ana Paulina Alfaro Rodríguez<sup>1</sup>, Alma Yadira Quiñonez Carrillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

Este artículo presenta el análisis comparativo entre Blender y Autodesk Maya en el desarrollo de entornos para el metaverso, particularmente para OpenSimulator mediante el visor Firestorm. La investigación resalta las fortalezas y debilidades de ambos programas, principalmente en términos de funcionalidad, accesibilidad, rendimiento y compatibilidad con Firestorm para la creación de material 3D. Blender, como software de código abierto, es accesible para una amplia comunidad de usuarios, especialmente para aquellos con presupuesto limitado. Su flexibilidad y rápida evolución lo han convertido en una herramienta poderosa para la creación de gráficos 3D. Por otro lado, Autodesk Maya es una herramienta de nivel industrial que ha sido un estándar en estudios de animación y efectos visuales. Su interfaz profesional, junto con una integración robusta con otros productos de Autodesk, lo convierte en una opción sólida para grandes proyectos. Sus capacidades avanzadas de simulación, animación y renderizado en tiempo real son de gran valor para la creación de entornos interactivos y detallados para el metaverso. Sin embargo, el costo de licencias y la curva de aprendizaje inclinada pueden ser desventajas para los desarrolladores independientes o pequeños estudios. Con base en el análisis, se selecciona Blender como software para la realización del modelado 3D, se realizan las exportaciones a formato Collada para posteriormente ser importadas y personalizadas en el metaverso UAS World desde el visor Firestorm, en donde se crea un salón de clases con escritorios, sillas y pantalla para proyección de material didáctico.

Palabras clave: Autodesk Maya, Blender, Firestorm, metaverso, modelado 3D, OpenSimulator.

## Abstract

This article presents a comparative analysis between Blender and Autodesk Maya in the development of environments for the metaverse, particularly for OpenSimulator using the Firestorm viewer. The research highlights the strengths and weaknesses of both programs, mainly in terms of functionality, accessibility, performance, and compatibility with Firestorm for 3D content creation. Blender, as an open-source software, is accessible to a wide community of users, especially for those with limited budgets. Its flexibility and rapid evolution have made it a powerful tool for creating 3D graphics. On the other hand, Autodesk Maya is an industry-level tool that has been a standard in animation and visual effects studios. Its professional interface, along with strong integration with other Autodesk products, makes it a solid choice for large projects. Its advanced simulation, animation, and real-time rendering capabilities are highly valuable for creating detailed and interactive environments for the metaverse. However, the cost of licenses and the steep learning curve can be disadvantages for independent developers or small studios. Based on the analysis, Blender is selected as the software for 3D modeling, with exports made to Collada format to later be imported and customized in the UAS World metaverse using the Firestorm viewer, where a classroom is created with desks, chairs, and a screen for projecting educational material.

Keywords: Autodesk Maya, Blender, Firestorm, metaverse, 3D modeling, OpenSimulator.

## 1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de entornos para el metaverso ha capturado la atención de la industria del 3D, exigiendo herramientas potentes y flexibles que permitan a los creadores diseñar espacios inmersivos y detallados. En este contexto, Blender y Maya se posicionan como dos de las principales plataformas de modelado y animación 3D. Cada una ofrece un conjunto único de características y flujos de trabajo que pueden influir

en el proceso creativo, la productividad y la eficiencia en la creación de mundos virtuales. Mientras que Blender destaca por su naturaleza de código abierto y comunidad colaborativa, Autodesk Maya es reconocido por ser un estándar en la industria con una amplia gama de herramientas avanzadas, especialmente en la animación y los efectos visuales.

En este artículo se realiza el análisis comparativo entre Blender y Autodesk Maya en el desarrollo de entornos para el metaverso, el objetivo es explorar sus capacidades desde diferentes ángulos, como la facilidad de uso, la integración con otras tecnologías, el rendimiento y la accesibilidad. Blender, con su modelo gratuito, ha sido adoptado ampliamente por creadores independientes, mientras que Autodesk Maya, con su enfoque más corporativo, es preferido en grandes estudios y proyectos comerciales. Esta comparativa no solo evaluará las ventajas técnicas de cada software, sino también cómo se alinean con las demandas emergentes del metaverso, como la creación de experiencias interactivas con la optimización para importar material 3D en la plataforma Firestorm. Para ello se trabajará sobre el metaverso UAS World de una previa investigación [1], en él se importarán modelos 3D para agregar elementos a un salón de clases en dicho metaverso.

## 1.1 Modelado 3D

Los nuevos modelos educativos encontraron al metaverso como una herramienta idónea para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea realmente significativo, el ámbito educativo se encuentra en una nueva era en donde se emplean herramientas de aprendizaje con dispositivos de realidad virtual en donde se requiere la creación de escenarios virtuales que repliquen al presencial [2]. Con base en lo anterior es de suma importancia conocer las herramientas que permitan la realización de modelos 3D.

El modelado 3D es el proceso de creación visual de un objeto tridimensional utilizando software especializado en una computadora. Desde su surgimiento a mediados del siglo XX, esta tecnología ha optimizado los procedimientos en diversas industrias, permitiendo mejoras en la eficiencia y reduciendo significativamente los tiempos en las cadenas de producción de múltiples sectores [3].

Por otra parte, [4] denomina a este proceso, diseño 3D, que lo define como el empleo de algún software para elaborar una representación matemática de un objeto o formas tridimensionales, al producto se le denomina modelo 3D. Actualmente existen una gran cantidad de software para el diseño/modelado 3D como Blender, Autodesk Maya, Autodesk 3ds Max, SolidWorks, SketchUp, entre otros. Esta investigación se enfocará únicamente en Blender y Autodesk Maya.

### 1.1.1 Blender

Blender es una suite de creación 3D gratuita y de código abierto que soporta todo el flujo de trabajo 3D: modelado, rigging, animación, simulación, renderizado, composición y seguimiento de movimiento, incluso edición de video y creación de juegos. Los usuarios avanzados utilizan la API de Blender para scripts en Python, lo que permite personalizar la aplicación y crear herramientas especializadas. Este programa es ideal para individuos y pequeños estudios que se benefician de su flujo de trabajo unificado y su proceso de desarrollo ágil [5]. Blender es un software libre bajo la licencia General Public License (GNU), es una herramienta multiplataforma que se encuentra disponible para Windows, Linux y MacOS, gracias a que funciona bajo la especificación de gráficos estándar de OpenGL [6].

### 1.1.2 Autodesk Maya

De acuerdo con [7], Autodesk Maya es un software 3D profesional para la creación de personajes realistas y efectos de películas a nivel profesional. Es posible darle vida rápidamente a personajes con las herramientas de animación; dar forma a escenas y objetos 3D con herramientas intuitivas de modelado; y crear efectos realistas, desde explosiones hasta simulación de textiles.

## 1.2 Metaverso

Metaverso es un término ampliamente utilizado para referirse a mundos virtuales digitales que ha coexistido con otros términos como realidad virtual, mundos virtuales y ciertos tipos de ciberespacio. El presidente de Meta, Mark Zuckerberg, publicó una presentación en video en octubre de 2021 que podría haber fijado el término «metaverso» para referirse a esta industria en expansión que llega, y que afecta a muchas esferas

de la vida humana, desde el entretenimiento a la salud, la publicidad o los negocios [8]. El metaverso es un entorno digital en el que las personas pueden interactuar, colaborar, aprender y vivir experiencias compartidas, sin las restricciones del mundo real. Es un universo virtual en continuo desarrollo que se puede acceder desde cualquier lugar, ofreciendo múltiples opciones de personalización y actividades diversas [9]. Cuenta con personajes digitales, llamados avatares, que representan a los usuarios inmersos en estos espacios [10].

Un mundo virtual multiusuario es un entorno en línea que permite a múltiples usuarios acceder simultáneamente a recursos y contextos virtuales, donde cada usuario está representado por un avatar. Los usuarios pueden interactuar, comunicarse y compartir experiencias que pueden ser similares a las del mundo real. Actualmente, existe un gran número de plataformas de mundos virtuales multiusuario, como Second Life, OpenSimulator, Multiverse, entre muchas otras [11].

### 1.2.1 *OpenSimulator*

OpenSimulator es un servidor de aplicaciones 3D de código abierto, multiplataforma y multiusuario que se puede utilizar para crear un entorno virtual que puede ser accedido a través de una variedad de clientes (visores), utilizando múltiples protocolos. Cuenta con una opción Hypergrid que permite a los usuarios visitar otras instalaciones de OpenSimulator en la web desde su instalación "de origen" en OpenSimulator [12]. Este framework es una plataforma completa para alojar y gestionar entornos de mundos virtuales tanto en modo independiente (para experimentación simple) como en modo grid (para mundos altamente escalables). Utiliza tanto archivos como bases de datos para gestionar los requisitos de datos del framework en general, y de los mundos virtuales en particular [10].

### 1.2.2 *Visores compatibles con OpenSimulator*

Dado que el desarrollo de OpenSimulator y los visores lo realizan equipos diferentes, con tiempos e incluso objetivos distintos, no es posible garantizar la compatibilidad. A continuación, se listan algunos de los visores compatibles con OpenSimulator [13].

- **Firestorm:** Visor basado en C++ para Linux/Mac/Win. Derivado del visor de Second Life de Linden Lab. Sucesor del visor Phoenix. Actualmente, es el visor más utilizado en Second Life.
- **Firestorm VR Mod:** Una modificación del visor Firestorm que permite el uso de un casco de realidad virtual (VR HMD).
- **Dayturn:** Visor basado en C++ solo para Win/Mac. Derivado de Kokua. El código fuente de Dayturn está disponible en Bitbucket.
- **Cool VL Viewer:** Visor basado en C++ para Linux x86\_64/Linux aarch64/Mac/Win. Derivado del visor SL v1 (anteriormente llamado Cool SL Viewer, primera versión lanzada el 16/11/2007).
- **Radegast Metaverse Client:** Radegast-ng es un cliente ligero, evolución de Radegast del proyecto libopenmetaverse.
- **Scenegate:** Visor basado en C++ con un enfoque en accesibilidad y bienvenida de nuevos usuarios. Con una interfaz simplificada, más adecuada para visitar mundos en lugar de construir (aunque la interfaz completa sigue siendo accesible). Derivado de Alchemy.

## 2 METODOLOGÍA

La metodología para este artículo se basa en un estudio descriptivo con enfoque cualitativo, cuyo propósito es realizar una revisión sistemática de literatura científica para explorar y comparar dos programas para modelado 3D, Blender y Autodesk Maya. Para la selección de los artículos, se efectuó una búsqueda a partir de artículos de investigación de bases de datos de Elsevier, documentación oficial y fuentes relevantes de la industria, dicha búsqueda se limitó a artículos de libre acceso (open access). Para la consulta se utilizaron palabras clave como "metaverso", "Blender", "Autodesk Maya", "modelado 3D", entre otros términos relacionados. La investigación se condujo con las siguientes fases: revisión bibliográfica, análisis comparativo y pruebas prácticas.

En lo que respecta a la revisión bibliográfica, se recopiló información general y características técnicas de Blender y Autodesk Maya, de igual forma se investigó acerca de las principales funcionalidades, su

accesibilidad y su compatibilidad para la importación en metaversos, específicamente en OpenSimulator con el visor Firestorm.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis comparativo, para ello existen varios elementos clave que pueden considerarse para este propósito, sin embargo, para este estudio, los criterios de evaluación empleados fueron los siguientes: aspectos generales, técnicos, funcionalidad, rendimiento, accesibilidad y compatibilidad con Firestorm, dichos criterios fueron comparados en 2 tablas.

Tras el análisis, se realizaron pruebas prácticas de desarrollo de objetos para entornos 3D en Blender. Se descargaron modelos 3D gratuitos, un escritorio y una silla [14], para posteriormente exportarse al formato Collada, el cual es soportado en OpenSimulator. Una vez que es exportado el modelo 3D en dicho formato, se realiza la importación al metaverso UAS World a través de Firestorm [1]. Con estas pruebas se logró analizar el rendimiento y la facilidad de uso de cada programa en el proceso de exportación.

### 3 RESULTADOS

Con esta investigación se logró realizar una comparación en donde se muestran las diferencias clave entre Blender y Autodesk Maya bajo distintos criterios, con el objetivo de que oriente a los usuarios a decidir cuál es la mejor opción con base en sus necesidades y proyectos. En la Tabla 1 se muestra la comparación entre estos dos programas en términos generales.

*Tabla 1. Comparación general de Blender y Autodesk Maya.*

	<b>Blender</b>	<b>Autodesk Maya</b>
<b>Licencia</b>	Código abierto bajo licencia GPL	Software propietario con licencia de pago.
<b>Costo</b>	Gratuito	Precio mensual MXN 3,049 Gratuito por año mediante la Comunidad de Educación de Autodesk.
<b>Sistema operativo</b>	Microsoft Windows, Apple macOS y Linux	Microsoft Windows, Apple macOS y Linux
<b>Requerimientos de Hardware mínimos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CPU:</b> Procesador de dos núcleos.</li> <li>- <b>RAM:</b> 4 GB de memoria.</li> <li>- <b>GPU:</b> Cualquier tarjeta gráfica moderna con al menos 1 GB de memoria.</li> <li>- <b>Almacenamiento:</b> Mínimo 1 GB de espacio libre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>CPU:</b> Procesador de cuatro núcleos.</li> <li>- <b>RAM:</b> 8 GB de memoria.</li> <li>- <b>GPU:</b> Tarjeta gráfica moderna, como NVIDIA o AMD con al menos 4 GB de memoria.</li> <li>- <b>Almacenamiento:</b> Mínimo 7 GB de espacio libre.</li> </ul>
<b>Formatos que exporta</b>	Collada (.dae), Alembic (.abc), Universal Scene Description (.usd), SGV, PDF, Wavefront (.obj), PLY de Stanford (.ply), STL (.stl), Motion Capture (.bvh), FBX (.fbx), glTF 2.0 (.glb/.gltf).	Maya ASCII (.ma), Maya Binary (.mb), Mel, Move, editMA, editMB, FBX export (.fbx), DAE_FBX export (.dae), ASS Export, Arnold-USD.
<b>Scripting</b>	Python Posee gran cantidad de addons y scripts creados por la comunidad.	Python y el lenguaje propio de Maya, MEL (Maya Embedded Language). Automatiza tareas complejas y crea herramientas personalizadas en producciones grandes.

Blender y Autodesk Maya son dos de los programas más populares y utilizados en la industria del 3D, pero están orientados a diferentes tipos de usuarios y necesidades. En la comparativa se puede observar cómo Blender destaca por ser gratuito, de código abierto y con requisitos de hardware mínimos muy accesibles para usuarios con equipos de gama media. Es una opción accesible para artistas independientes, estudiantes y pequeñas producciones que buscan una herramienta completa sin los altos costos asociados al software propietario. Por otro lado, Autodesk Maya es una herramienta potente que, de acuerdo a la investigación, sus requerimientos mínimos de hardware están muy por encima de los de Blender, además de que posee una licencia costosa. Sin embargo, este último es el estándar en estudios de cine, animación y videojuegos debido a su conjunto de herramientas avanzadas y su capacidad para manejar proyectos complejos y de gran escala.

Ahora bien, continuando con la comparativa, en lo que respecta a los criterios de funcionalidad, rendimiento, accesibilidad y compatibilidad con Firestorm, se pudo obtener información relevante y decisiva para la selección de un software con base en las necesidades de esta investigación. En la Tabla 2 se aprecia dicha comparación de los dos programas en cuestión.

*Tabla 2. Comparación de Blender y Autodesk Maya por funcionalidad, rendimiento, accesibilidad y la compatibilidad Firestorm.*

	<b>Blender</b>	<b>Autodesk Maya</b>
<b>Funcionalidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelado 3D, animación, texturización, rigging, simulación, escultura digital y edición de video.</li> <li>- Personalizable mediante scripts de Python.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelado 3D, animación, texturización, rigging, y simulación. Utilizado en cine y videojuegos.</li> <li>- Scripting y automatización a través de MEL o Python,</li> </ul>
<b>Rendimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimizaciones para proyectos pequeños a medianos.</li> <li>- Renderizador Cycles es eficaz, pero puede requerir hardware potente para escenas complejas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimizaciones para proyectos de gran escala.</li> <li>- Renderizador Arnold altamente integrado, optimizado para grandes volúmenes de datos y cálculos.</li> </ul>
<b>Accesibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gratuito y de código abierto.</li> <li>- Intuitivo para usuarios principiantes gracias a su interfaz personalizable.</li> <li>- Documentación y una gran comunidad para aprendizaje colaborativo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licencia costosa, pero gratuito para la comunidad educativa.</li> <li>- Menos intuitivo para principiantes debido a su interfaz compleja</li> <li>- Curva de aprendizaje más pronunciada.</li> </ul>
<b>Compatibilidad con Firestorm</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si, ya que exporta contenido al formato Collada (.dae).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si, ya que exporta contenido al formato Collada (.dae).</li> </ul>

Además de la investigación bibliográfica, se descargaron e instalaron ambos programas, en el caso de Autodesk Maya, fue necesario registrarse en el sitio y comprobar que se pertenece a la comunidad educativa (docentes y/o estudiantes). Una vez que Autodesk verifica que perteneces a una institución educativa, envía correo con autorización, después de esto se tiene acceso al software de manera gratuita por un año. En el caso de Blender, al ser gratuito, no requiere registrarse en ningún sitio para poder descargar el software. Una vez instalados los programas, se descargó material 3D gratuito del sitio Free 3D [14], un monitor y una silla, lo anterior con la finalidad de comprobar la accesibilidad en cuanto a la facilidad de uso, o bien, lo intuitivo que es para usuarios principiantes realizar un modelado 3D texturizado, en este caso, editar escala y reducir el número de vértices y triángulos del modelo para bajar el peso del archivo y poder realizar la importación en Firestorm, dado que los modelos 3D fueron descargados. En la Figura 1 se aprecia el modelado 3D de un escritorio, desde Blender en su versión 4.2.1. LTS.

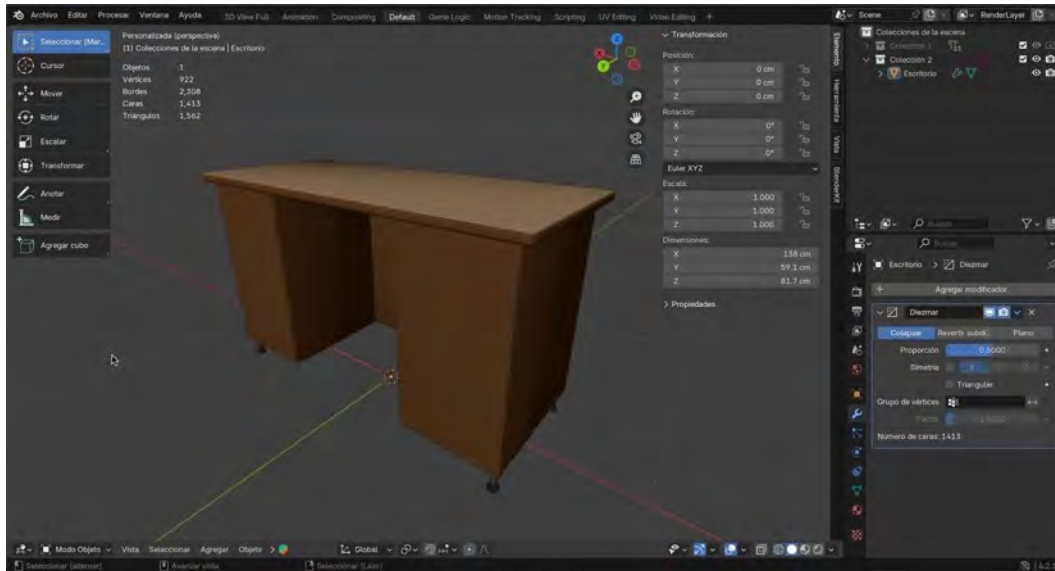


Figura 1. Modelado 3D de escritorio en Blender versión 4.2.1. LTS.

La Figura 2 muestra el modelado 3D de una silla, vista desde Blender, en ambos modelos se agregó el modificador Diezmar para disminuir el número de vértices, caras y triángulos, lo que reduce el peso del archivo exportado en Collada (.dae) y permite la óptima importación a Firestorm.

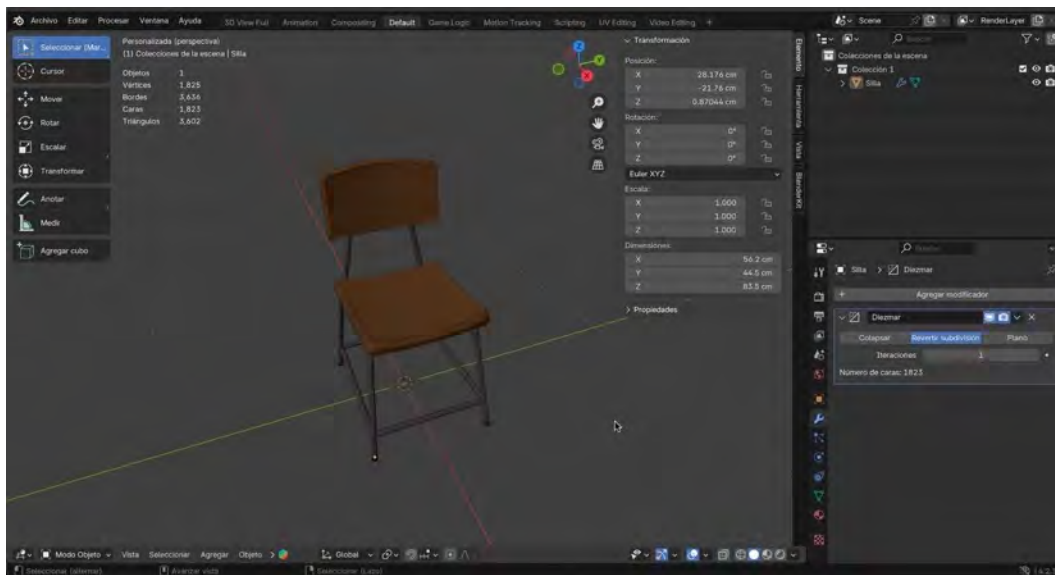


Figura 2. Modelado 3D de silla en Blender versión 4.2.1. LTS.

Para realizar la importación de modelos 3D desde Firestorm, se selecciona la opción de menú Construir/Subir/Modelo mesh..., esto muestra una ventana para seleccionar el modelo a importar en formato Collada. La Figura 3 despliega la ventana Subir modelo, en ella se aprecia la previsualización del modelo a importar y se evalúa el número de triángulos y vértices para poder realizar dicha importación. Lo siguiente es presionar el botón Calcular pesos y precio para finalmente subirlo al inventario del avatar que realiza la importación.



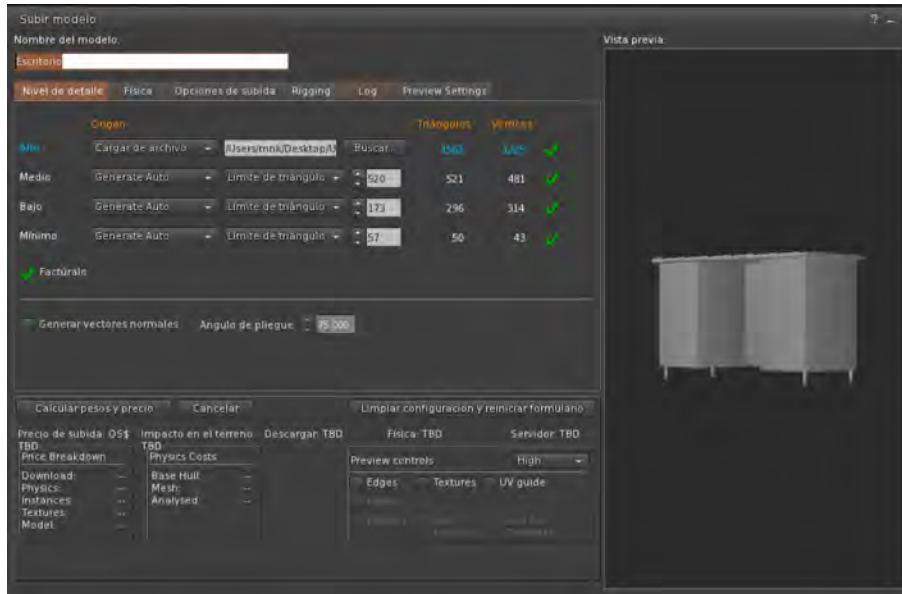


Figura 3. Ventana subir modelo en Firestorm.

Ya que los modelos son importados y agregados al inventario del avatar, es posible agregarlos en el metaverso, desde ahí se puede continuar con la personalización de dichos modelos, desde escalar, modificar texturas, colores, posición, etc. Finalmente, en la Figura 3, se puede apreciar el avatar en un salón de clases en el metaverso UAS World con los modelos 3D ya importados, colocados y personalizados, los escritorios se modificaron a un color sepia y las sillas a un color azul, la pantalla fue creada desde Firestorm y la proyección se realizó mediante Scripts.

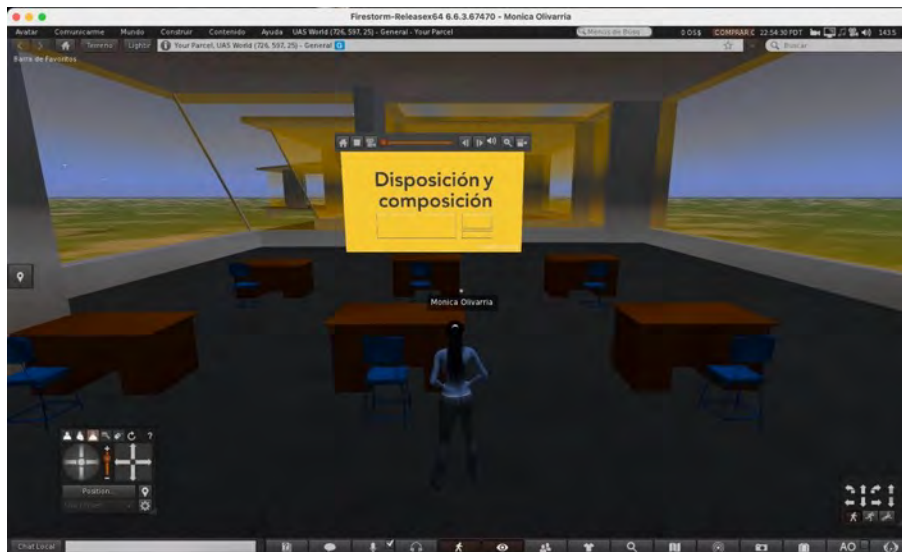


Figura 4. Salón de clases con escritorios y sillas en metaverso UAS World.

## 4 CONCLUSIONES

Con base en la investigación realizada, en cuanto a hardware, Blender es más flexible con los requerimientos, mientras que Autodesk Maya está diseñado para trabajar mejor en equipos potentes, por lo que para un óptimo desempeño se requiere una computadora de escritorio o laptop de gama alta.

El punto de comparación de mayor importancia para esta investigación es la compatibilidad con Firestorm, dado que es el visor empleado para conectarse al mundo virtual UAS World creado con OpenSimulator en una previa investigación [1]. En este sentido, ambos programas exportan a Collada con extensión .dae, formato principal utilizado para importar objetos 3D tanto de Second Life como de OpenSimulator. Pero a pesar de que ambos programas son compatibles con Firestorm, el proceso de exportación en Autodesk Maya puede ser más técnico y complejo debido a su avanzada y especializada interfaz.

En conclusión, tanto Blender como Autodesk Maya son herramientas excepcionales en el mundo del diseño y animación 3D, pero están dirigidas a diferentes públicos y tipos de proyectos. Blender se destaca por su accesibilidad al ser gratuito, su flexibilidad como software de código abierto, y su capacidad para adaptarse a una amplia gama de tareas, desde modelado y animación hasta simulación y renderizado. Es ideal para usuarios que buscan una herramienta robusta sin incurrir en grandes costos, como estudiantes, artistas independientes y estudios pequeños. Por otro lado, Autodesk Maya sigue siendo la elección preferida en la industria profesional de cine, televisión y videojuegos debido a su estabilidad, conjunto de herramientas avanzadas y su capacidad para manejar proyectos de gran envergadura. Aunque es más costoso y tiene una curva de aprendizaje más pronunciada, Maya ofrece soluciones técnicas especializadas que lo convierten en el estándar para producciones de alto nivel.

La elección entre Blender y Autodesk Maya depende en gran medida del tipo de proyecto, el presupuesto y el entorno de trabajo. Para proyectos profesionales a gran escala, Autodesk Maya es la opción preferida, mientras que Blender es una excelente alternativa para quienes buscan una solución poderosa y asequible.

Sin embargo, para fines de esta investigación, podemos mencionar que la mejor opción de software para modelado 3D entre Blender y Autodesk Maya, es Blender, ya que es altamente compatible con Firestorm, es muy intuitiva y por su naturaleza open source cuenta con una comunidad activa que puede proporcionar una gran cantidad de recursos, ya sea plugins o scripts específicos para estos entornos, además es gratuito, y algo muy importante es que no requiere de hardware tan potente. Siguiendo la línea de software libre, con lo que fue creado el metaverso UAS World, resulta conveniente usar Blender y para el ámbito académico, es más factible para estudiantes que no cuentan con equipos de alta gama.

## REFERENCIAS

- [1] M. del C. Olivarría González, J. F. Peraza Garzón, A. Valenzuela Bañuelos, M. I. Tostado Ramírez, and O. M. Peña Bañuelos, "Creación de un metaverso con OpenSimulator en Debian," *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, vol. 7, no. 1, 2023, doi: 10.61530/redtis.vol7.n1.2023.185.35-42.
- [2] M. del C. Olivarría González, J. F. Peraza Garzón, Y. Quiñónez Carrillo, and J. C. Ojeda Alarcón, "Metaverso en la educación superior en México," *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, vol. 6, no. 6, 2023, doi: 10.61530/redtis.2022.6.6.7.
- [3] G. Olmedo López and R. A. Torrico Irahola, "Realidad aumentada y modelado 3d aplicado en programas de televisión transmitidos desde los estudios de radiotelevisión de Veracruz-México," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 2, 2023, doi: 10.37811/cl\_rcm.v7i2.5438.
- [4] E. de J. Casado Ramírez, J. L. Guillen Taje, and B. D. R. Martín Canché, "El diseño e impresión 3D como recurso didáctico en estudiante de nivel superior," *Religación*, vol. 8, no. 38, 2023, doi: 10.46652/rgn.v8i38.1111.
- [5] Blender, "The Freedom to Create." Accessed: Oct. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.blender.org/about/>
- [6] R. A. Santa Quintero, C. A. García Sarmiento, and J. E. Infante Andrade, "Inteligencia artificial para la creación de modelos 3D aplicados en un ambiente de realidad virtual," *Ciencia y Poder Aéreo*, vol. 19, no. 2, Jul. 2024, doi: 10.18667/cienciaypoderaereo.825.
- [7] Autodesk, "Autodesk Maya: Crea mundos expansivos, personajes complejos y efectos deslumbrantes." Accessed: Oct. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/mx/products/maya>

- [8] J. López Díez, “Metaverso: Año Uno. La presentación en vídeo sobre Meta de Mark Zuckerberg (octubre 2021) en el contexto de los estudios previos y prospectivos sobre metaversos,” *Pensar la Publicidad. Revista Internacional de Investigaciones Publicitarias*, vol. 15, no. 2, 2021, doi: 10.5209/pepu.79224.
- [9] A. M. Barquero, C. C. Hernández de Guerrero, C. I. Rodríguez, M. E. Mena Mira, X. Panameño, and P. Navas, “Uperspectiva: Nueva época,” EISalvador, Jul. 2024.
- [10] U. Farooq, I. Rabbi, S. Akbar, K. Zia, and W. U. Rehman, “The impact of design on improved learning in virtual worlds: an experimental study,” *Multimed Tools Appl*, vol. 81, no. 13, 2022, doi: 10.1007/s11042-022-12593-w.
- [11] M. Youssef, S. Mohamed, B. FATHI, and E. KABTANE, “OpenSimulator based Multi-User Virtual World: A Framework for the Creation of Distant and Virtual Practical Activities,” *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 9, no. 8, 2018, doi: 10.14569/ijacsa.2018.090823.
- [12] OpenSimulator, “What is OpenSimulator?” Accessed: Oct. 06, 2024. [Online]. Available: <http://opensimulator.org/wiki>
- [13] OpenSimulator, “Compatible Viewers.” Accessed: Oct. 06, 2024. [Online]. Available: [http://opensimulator.org/wiki/Compatible\\_Viewers](http://opensimulator.org/wiki/Compatible_Viewers)
- [14] Free3D, “Classroom model 3D.” Accessed: Oct. 10, 2024. [Online]. Available: <https://free3d.com/3d-model/lp-hc-132908.html>

# ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN MATEMÁTICAS Y PROGRAMACIÓN DE ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR DURANTE Y DESPUÉS DE PANDEMIA COVID-19

Ana Paulina Alfaro Rodríguez<sup>1</sup>, Héctor Luis López López<sup>1</sup>, Jesús Manuel Bernal Camacho<sup>2</sup>, Paula Flores Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería y Tecnología Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

El Covid-19 afectó al mundo estudiantil universitario. Esto derivó en la búsqueda de alternativas para continuar la educación, dentro de las condiciones de aislamiento sin afectar a la comunidad estudiantil [1], [2]. Una de estas alternativas fue la inclusión de herramientas tecnológicas para un aprendizaje significativo. Generando con esto, las clases virtuales o educación a distancia. Lo que trajo consigo nuevos espacios de enseñanza-aprendizaje entre docentes y estudiantes. En la actualidad existen múltiples plataformas que ofrecen servicios para grabar las sesiones, compartir pantalla, pizarra virtual, chat, entre otros. Adaptándose a las necesidades específicas de las clases virtuales. Esta investigación, estudia el impacto en el aprendizaje de los estudiantes durante y después de pandemia. Se centra en el estudio de asignaturas consideradas primordiales (Programación y Matemáticas), dentro de la carrera universitaria de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información. Analizando el desempeño académico de estudiantes que las cursaron, un grupo durante la pandemia (línea), y otro grupo posterior a la misma (presencial). Con la finalidad de identificar el aprendizaje en ambos casos.

Palabras clave: Clases virtuales, Covid-19, desempeño académico, pandemia, plataformas virtuales.

## Abstract

Students from the world were affected by the Covid-19. This situation gave people the need to find different ways to continue learning in isolated conditions [1], [2]. One of the choices was the implementation of technological tools to acquire meaningful learning. Appearing, virtual classes or distance education. This means, new teaching-learning environments between students and teachers. Nowadays, there are a variety of virtual platforms that offer services to record the session, share screen, virtual whiteboard, chat online, among others. Adapting to the specific needs of virtual classes. The present study, analyses the impact in students' learning during and after pandemic. It focuses in essential subjects as Math and Computer Programming, in the Engineering in Information Systems career. Analyzing the academic performance of a group of students that took virtual classes (while pandemic), and another post pandemic (traditional). In order to identify the impact in learning in both modes.

Keywords: Academic performance, Covid-19, pandemic, virtual classes, virtual platforms.

## 1 INTRODUCCIÓN

La pandemia de Covid-19 transformó radicalmente la Educación Superior, imponiendo desafíos únicos a la enseñanza y el aprendizaje en disciplinas fundamentales como Matemáticas y Programación. Se busca proporcionar una evaluación del impacto de la pandemia en el rendimiento académico de los estudiantes en estas áreas clave, con el objetivo de entender cómo la transición a la *modalidad virtual*, influyó en los resultados educativos. Las Matemáticas y la Programación son pilares fundamentales en la formación de estudiantes de nivel superior, desempeñando un papel crucial en diversas disciplinas académicas y profesionales. Un análisis detallado de cómo los estudiantes enfrentaron los desafíos asociados con estas materias durante la pandemia, puede proporcionar información valiosa sobre la efectividad de las estrategias de enseñanza en *entornos virtuales y presenciales*.

Para Paulo Freire “es preciso que la educación esté en su contenido, en sus programas y en sus métodos adaptada al fin que se persigue” y “El hombre llega a ser sujeto mediante una reflexión sobre su situación, sobre su ambiente concreto; mientras más reflexiona sobre la realidad, sobre su situación concreta, más emerge, plenamente consciente y comprometido, dispuesto a intervenir respecto a la realidad para cambiarla” [3], [4]. En este sentido, las universidades en todas partes del mundo se adaptaron a la educación a distancia durante la pandemia mundial de Covid-19, cada una con sus recursos y limitaciones, con el objetivo que sus alumnos aprendieran lo mejor posible [5].

La realidad actual, muestra que la educación debe seguir superando obstáculos que dificultan su avance y de esta manera lograr sus verdaderos propósitos [6]. El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ha posibilitado cada vez más el acceso desde lugares remotos a la educación a través de internet [7]. Esto se manifestó en tiempos de pandemia, cuando de ser un instrumento utilizado casualmente sólo por algunas instituciones pasaron a formar parte del dominio público de toda la población del sector educativo.

La irrupción de la pandemia, generó un cambio abrupto en la dinámica educativa, requiriendo respuestas ágiles y creativas. En la Facultad de Informática Mazatlán, este cambio se tradujo en la redefinición de las estrategias pedagógicas para ajustarse al entorno virtual, donde se estudiaron las metodologías, herramientas y adaptaciones pedagógicas que permitieron mantener la calidad educativa y la conexión con los estudiantes en un entorno virtual.

En este contexto, la educación en entornos virtuales y de manera más amplia, la instrucción apoyada por la tecnología, ha experimentado un cambio desde el enfoque tradicional de transmitir información hacia modelos constructivistas. Esto implica colocar al alumno en el centro de los procesos y actividades educativas, fomentando su participación activa [8]. Los profesores adaptaron sus metodologías de enseñanza con los nuevos enfoques como la inversión del aula de clase, trabajos colaborativos en línea y evaluaciones formativas diseñadas para el aprendizaje autónomo del estudiante.

La colaboración en línea se convirtió en una piedra angular para mantener el componente interactivo de la enseñanza, implementando proyectos colaborativos que desafiaban a los estudiantes a trabajar juntos de manera virtual, fomentando habilidades de trabajo en equipo, resolución de problemas y creatividad. De acuerdo con [9], “El estudiante fue guiado sobre la responsabilidad de leer, completar actividades, revisar activamente la plataforma, participar en los debates y mantenerse al día con sus actividades de aprendizaje sincrónicas y asincrónicas”.

La implementación efectiva de estas metodologías fue posible gracias a la integración de herramientas tecnológicas facilitadoras: como plataformas de aprendizaje en línea y herramientas colaborativas que se convirtieron en aliados esenciales para la ejecución fluida de las nuevas metodologías. La estrategia pedagógica no solo se centró en la enseñanza, sino también en la participación activa de los estudiantes mediante métodos para fomentar la participación de los alumnos, como foros virtuales, sesiones de preguntas y respuestas en tiempo real, y encuestas de retroalimentación para ajustar continuamente el enfoque pedagógico [10].

La transición abrupta a la educación en línea no estuvo exenta de desafíos, como la falta de familiaridad con las plataformas, la adaptación del contenido al formato *virtual* y la gestión de la interacción estudiante-profesor, fueron aspectos iniciales que demandaron una atención cuidadosa [11]. Adicional a ello, [12] indican que a pesar de que las instituciones de educación superior en diversos países han adoptado extensamente sistemas de gestión del aprendizaje, estos aún son considerados una tecnología en desarrollo [13].

## 2 METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo experimental (*ex post facto*), realizada bajo el enfoque cuantitativo empleando la recolección de datos y el análisis de los mismos. Aunado a un enfoque cualitativo para la interpretación de los resultados. La muestra estuvo constituida por 15 alumnos de Nivel Superior de la Universidad Autónoma de Sinaloa específicamente de la Unidad Académica Facultad de Informática Mazatlán, pertenecientes al grupo 4-1 de la carrera de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información (LISI). Han sido seleccionados para llevar a cabo un análisis sobre el impacto del uso de las plataformas virtuales en sus calificaciones (*rendimiento académico*) durante el periodo de aislamiento en pandemia Covid-19.

## 2.1 Instrumento de recogida de datos

El instrumento utilizado es la encuesta de *Google Forms*, que se aplicó vía electrónica para evitar riesgos de contagio. Está compuesto por 38 preguntas dirigidas a los estudiantes. Se abordan temas como: intuitividad, rendimiento académico, clases virtuales, entre otros elementos. Además se ha tomado en consideración, que los estudiantes pudieran externar sus sentimientos respecto a la toma de *clases virtuales* de las 4 materias en las que se basa el estudio: *Álgebra Lineal* y *Programación Orientada a Objetos* (tercer semestre), y *Cálculo Diferencial e Integral* y *Estructura de Datos* (cuarto semestre).

La estructura del instrumento es la siguiente: como introducción al cuestionario solicitó información personal básica como nombre, edad y sexo. En las primeras 6 preguntas, se cuestionó sobre los dispositivos electrónicos utilizados y las plataformas empleadas durante las clases virtuales. Seguido de esta parte, se divide en 4 secciones de 8 preguntas cada una, dedicadas a las 4 asignaturas de estudio. Posteriormente se analizaron los promedios académicos de los estudiantes del grupo 3-1, pertenecientes al mismo programa educativo (LISI). Analizando las mismas 4 asignaturas (*cursadas de manera presencial*), con el objetivo de correlacionar sus calificaciones con el grupo de 4-1. Para realizar el análisis comparativo correspondiente.

## 3 RESULTADOS

Se cuestionó a los estudiantes sobre las plataformas virtuales que utilizaron para recibir sus clases virtuales durante la pandemia, respondiendo el 100% que emplearon Zoom, el 80% Teams, 93.3% Meet y 6.7% emplearon otras. El uso de las mismas fue simultáneo, respondiendo que utilizaron hasta 3 plataformas diferentes, siendo Zoom la que les pareció más intuitiva, cómoda y fácil de utilizar (66.7%).

### 3.1 Resultados de asignaturas de tercer semestre

Con respecto a las asignaturas del tercer semestre de *Álgebra Lineal* y *Programación Orientada a Objetos*, se les preguntó si entendían los temas abordados en sus clases virtuales, encontrando que en *Matemáticas* fue *Ocasionalmente* (40%), y en *Programación* fue *Frecuentemente* (66.7%). Con respecto a su percepción del aprendizaje adquirido en la primera, el 73.3% dijo que *no fue suficiente*. Mientras que en la segunda 66.7% aseguró que *si fue suficiente* (Figura 1).

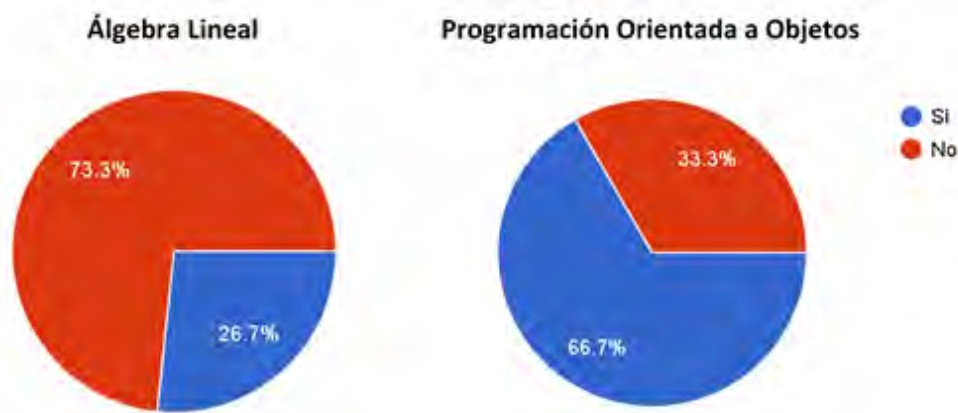


Figura 1. ¿El aprendizaje fue suficiente en las materias de *Álgebra Lineal* y *Programación Orientada a Objetos*, después de las clases virtuales?

Posterior al análisis descriptivo de los datos recolectados, se procedió a un análisis estadístico con la utilización del software SPSS. Donde se llevaron a cabo Correlaciones de Pearson, para identificar el rendimiento académico de los estudiantes, durante y posterior a la pandemia de Covid-19. Para lo cual, se solicitó al departamento de Control Escolar de la Facultad de Informática Mazatlán, los registros de

calificaciones de los estudiantes de 4-1 y 3-1 de LISI, respectivamente. Con la finalidad de analizar los rendimientos académicos de ambos grupos en el programa estadístico SPSS, e identificar la correlación existente entre ellos. Los primeros cursaron las asignaturas de Tercer y Cuarto Semestres de forma virtual, y los siguientes lo hicieron de manera presencial al regresar a las aulas posterior al término de la pandemia.

Respecto a la asignatura de Álgebra Lineal, de acuerdo con los datos de la Tabla 1, se observa que las calificaciones de los estudiantes mejoraron en el grupo 3-1 que tomó esta clase de manera presencial, con respecto al 4-1 que cursó la asignatura de manera virtual. En el grupo 4-1, se observa que la mayoría de los estudiantes obtuvo de calificación final 6.0. Mientras que en el grupo 3-1, la mayor parte de las calificaciones se encuentran entre 6.0, 7.0 y 8.0. Si bien en las calificaciones de ambos grupos no hubo notas excelentes, las del 3-1 (presencial) son más consistentes, y presentan menor número de reprobados con respecto al grupo 4-1 (virtual).

*Tabla 1. Rendimiento académico, durante y posterior a la pandemia Covid-19 de la asignatura de Álgebra Lineal.*

Promedio Final	Álgebra Lineal 4-1 (Virtual)	Álgebra Lineal 3-1 (Presencial)
1.0	10.3 %	0.0 %
3.0	2.6 %	0.0 %
4.0	0.0 %	0.0 %
6.0	38.5 %	20.5 %
7.0	7.7 %	28.2 %
8.0	12.8 %	23.1 %
9.0	2.6 %	2.6 %
10.0	0.0 %	0.0 %

Por otro lado, en la asignatura de Programación Orientada a Objetos, se observa que el grupo 3-1 tiene una mejora mínima (presencial), con respecto al 4-1 (virtual). En el grupo 4-1, la mayoría de los estudiantes obtuvo de calificación final 10. Mientras que en el grupo 3-1, la mayoría obtuvo 7.0. Si bien en las calificaciones de ambos grupos hubo notas excelentes, las del 3-1 (presencial) son más consistentes, y presentan menor número de reprobados con respecto al grupo 4-1 (virtual) que tiene más alumnos con calificación de 10.0, y a la vez más reprobados (Tabla 2).

*Tabla 2. Rendimiento académico, durante y posterior a la pandemia Covid-19 de la asignatura de Programación Orientada a Objetos (POO).*

Promedio Final	Álgebra Lineal 4-1 (Virtual)	Álgebra Lineal 3-1 (Presencial)	Promedio Final	POO 4-1 (Virtual)	POO 3-1 (Presencial)
1.0	10.3 %	0.0 %	1.0	5.1 %	0.0 %
3.0	2.6 %	0.0 %	3.0	2.6 %	0.0 %
4.0	0.0 %	0.0 %	4.0	0.0 %	0.0 %
6.0	38.5 %	20.5 %	6.0	5.1 %	15.4 %
7.0	7.7 %	28.2 %	7.0	23.1 %	25.6 %
8.0	12.8 %	23.1 %	8.0	7.7 %	5.1 %
9.0	2.6 %	2.6 %	9.0	5.1 %	15.4 %
10.0	0.0 %	0.0 %	10.0	25.6 %	12.8 %

Al realizar las correlaciones de Pearson entre ambas calificaciones finales, se encontró estadísticamente que si existe correlación significativa entre el rendimiento académico de los estudiantes de Álgebra Lineal de acuerdo con un nivel de (0.010), inferior a 0.05% que representa el nivel de confianza. Lo que quiere decir, que si existen factores específicos para que los alumnos mejoren su rendimiento en la asignatura, dependiendo si la cursan en modalidad virtual o presencial (Tabla 3).

Tabla 3. Correlación entre el rendimiento académico de la asignatura de Álgebra Lineal.

	Álgebra Lineal 4-1 (Virtual)	Álgebra Lineal 3-1 (Presencial)
<b>Correlación de Pearson</b>	1	-.471**
<b>Sig. (bilateral)</b>		.010
<b>Correlación de Pearson</b>	-.471**	1
<b>Sig. (bilateral)</b>	.010	

En contraparte, se encontró que no existe correlación significativa entre el rendimiento académico de los estudiantes de Programación Orientada a Objetos (POO) de acuerdo con un nivel de (0.136), superior a 0.05% que representa el nivel de confianza. Lo que significa que, no existen factores específicos para que los alumnos mejoren o no su rendimiento en la asignatura, independientemente que la cursen en modalidad virtual o presencial (Tabla 4).

Tabla 4. Correlación entre el rendimiento académico de la asignatura de Programación Orientada a Objetos.

	POO 4-1 (Virtual)	POO 3-1 (Presencial)
<b>Correlación de Pearson</b>	1	-.284
<b>Sig. (bilateral)</b>		.136
<b>Correlación de Pearson</b>	-.284	1
<b>Sig. (bilateral)</b>	.136	

### 3.2 Resultados de asignaturas de cuarto semestre

Con respecto a las asignaturas del cuarto semestre de *Cálculo Diferencial e Integral* y *Estructura de Datos* se les preguntó a los estudiantes si entendían los temas abordados en sus clases virtuales, encontrando que en *Matemáticas* fue *Raramente* (53.3%), y en *Programación* fue *Frecuentemente* (66.7%). Con respecto a su percepción del aprendizaje adquirido en la primera, el 60% dijo que *no fue suficiente*. Mientras que en la segunda 60% aseguró que *si fue suficiente* (Figura 2).

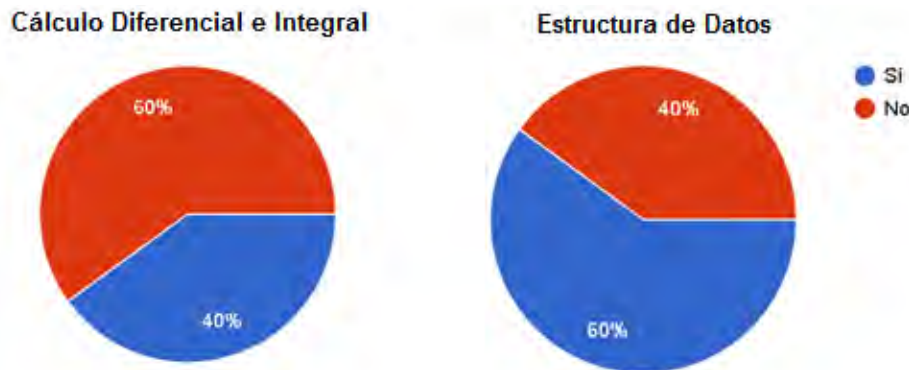


Figura 2. ¿El aprendizaje fue suficiente en las materias de Cálculo Diferencial e Integral y Estructura de Datos, después de las clases virtuales?



Sobre las calificaciones finales de los estudiantes en el cuarto semestre, de acuerdo con los datos de la *Tabla 5*, se observa que en la materia de *Cálculo Diferencial e Integral*, mejoraron en el grupo 4-1 que tomó la clase de *manera virtual*, son más consistentes y superiores con respecto a las del grupo 3-1 que la cursó de *manera presencial*. En el grupo 4-1, la mayoría de los estudiantes obtuvo de calificación final 6, adicionalmente el 15.4% obtuvo 7 y 8 respectivamente. Mientras que en el grupo 3-1, la mayoría obtuvo como promedio final 6, pero 30.8% se concentró en 1. Se puede observar que en las calificaciones de ambos grupos no hubo notas excelentes, las del 4-1 (*virtual*) son más consistentes, y no presentan reprobados con respecto al grupo 3-1 (*presencial*) en el que casi la mitad del grupo está reprobado.

*Tabla 5. Rendimiento académico, durante y posterior a la pandemia Covid-19 de la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral*

Promedio Final	Cálculo DI 4-1 (Virtual)	Cálculo DI 3-1 (Presencial)
1.0	0.0 %	30.8 %
3.0	0.0 %	0.0 %
4.0	0.0 %	0.0 %
6.0	43.6 %	38.5 %
7.0	15.4 %	0.0 %
8.0	15.4 %	5.1 %
9.0	0.0 %	0.0 %
10.0	0.0 %	0.0 %

Por otro lado, con relación a la asignatura de *Estructura de Datos* (*Tabla 6*), las calificaciones mejoraron en el grupo 3-1 que tomó esta clase de *manera presencial* (mínimo porcentaje), con respecto al 4-1 que la cursó de *manera virtual*. En el grupo 4-1, se observa que la mayoría de los estudiantes obtuvo 6.0. Mientras que en el grupo 3-1, la mayor parte de las calificaciones obtenidas son entre 6 y 9. Si bien en las calificaciones de ambos grupos encontramos el mismo número de reprobados, las del 3-1 (*presencial*) son más consistentes con respecto al 4-1 (*virtual*).

*Tabla 6. Rendimiento académico, durante y posterior a la pandemia Covid-19 de la asignatura de Estructura de Datos.*

Promedio Final	Estruc. Datos 4-1 (Virtual)	Estruc. Datos 3-1 (Presencial)
1.0	7.7 %	10.3 %
3.0	0.0 %	0.0 %
4.0	2.6 %	0.0 %
6.0	35.9 %	23.1 %
7.0	5.1 %	10.3 %
8.0	2.6 %	7.7 %
9.0	15.4 %	15.4 %
10.0	5.1 %	7.7 %

Al realizar las correlaciones de Pearson entre ambas calificaciones finales, se encontró estadísticamente que no existe correlación significativa entre el rendimiento académico de los estudiantes en la materia de *Cálculo Diferencial e Integral* de acuerdo con un nivel de (0.487), superior a 0.05% que representa el nivel de confianza. Lo que significa, que no existen factores específicos para que los alumnos mejoren o no su rendimiento en la asignatura, independientemente que la cursen en modalidad virtual o presencial (*Tabla 7*).

Tabla 7. Correlación entre el rendimiento académico de la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral.

	Cálculo DI 4-1 (Virtual)	Cálculo DI 3-1 (Presencial)
<b>Correlación de Pearson</b>	1	-.134
<b>Sig. (bilateral)</b>		.487
<b>Correlación de Pearson</b>	-.134	1
<b>Sig. (bilateral)</b>	.487	

De igual forma, se identificó que no existe correlación significativa entre el rendimiento académico de los estudiantes en la materia de Estructura de Datos de acuerdo con un nivel (0.593), superior a 0.05% que representa el nivel de confianza. Lo que quiere decir, que no existen factores específicos para que los alumnos mejoren o no su rendimiento en la asignatura, independientemente que la cursen en modalidad virtual o presencial (Tabla 8).

Tabla 8. Correlación entre el rendimiento académico de la asignatura de Estructura de Datos.

	Estruc. Datos 4-1 (Virtual)	Estruc. Datos 3-1 (Presencial)
<b>Correlación de Pearson</b>	1	.104
<b>Sig. (bilateral)</b>		.593
<b>Correlación de Pearson</b>	.104	1
<b>Sig. (bilateral)</b>	.593	

## 4 CONCLUSIONES

A lo largo de la historia, la humanidad se ha enfrentado a diversas situaciones que la han obligado a modificar sus hábitos de vida y a buscar la forma de sobrevivir a cambios del planeta. En ocasiones, provocados por sí mismos sin darse cuenta, lo que ha generado procesos que lo han llevado a innovar, crecer y evolucionar. En 2019 sufrimos una de las peores pandemias a las que la humanidad se haya podido enfrentar, aún y con toda la tecnología y ciencia de nuestros días, nos tomó por sorpresa. El ser humano como siempre sacó lo mejor de sí, para salir adelante con esta enfermedad.

Derivado de la encuesta aplicada, la experiencia de los alumnos para la toma de sus clases en la *modalidad virtual* impuesta por el aislamiento durante la pandemia de Covid-19, se concluye que su plataforma preferida para las clases fue Zoom, debido a lo intuitivo y cómodo de su interfaz. La mayoría externó haber utilizado hasta 3 plataformas diferentes para las clases: Zoom, Meet y Teams. Mencionando que no piden tantos permisos, son seguras de utilizar y cuentan con buena calidad de audio y video para sus clases.

En cuanto a la materia de *Álgebra Lineal*, los estudiantes que se conectaban con regularidad entendían ocasionalmente los contenidos que se les impartían. Algunos de ellos afirmaron que el docente no utilizó las estrategias didácticas ni las herramientas tecnológicas adecuadas para las clases virtuales. A pesar de ello, con relación al desempeño académico se identificó una mejora considerable en los estudiantes que tomaron la asignatura de *manera virtual*, con respecto a los que lo hicieron de *forma presencial*. Encontrando una correlación entre las calificaciones de ambos grupos de estudiantes.

En contraparte, en las materias de *Programación Orientada a Objetos*, *Cálculo Diferencial e Integral* y *Estructura de Datos*, a los estudiantes les pareció fácil entender las clases virtuales, pero su desempeño académico no reflejó la adquisición de conocimientos correspondientes a cada una de las asignaturas. A pesar de que se conectaban con frecuencia a sus clases, afirmaron que los docentes no se mostraron preparados para atender este tipo de educación a distancia, y que problemas como la conexión a internet les dificultó su proceso de aprendizaje. Aunado a los sentimientos de estrés, tensión y desmotivación que experimentaron en el aislamiento.

De todo lo anterior, se puede concluir que las *clases virtuales* pueden funcionar en ciertas materias o con ciertos grupos de alumnos. Las *clases presenciales* no siempre son mejores que las *virtuales* como solíamos pensar. En algunos casos, el promedio grupal fue mucho mejor en estas clases y también se presentaron mejores calificaciones. Además, el número de alumnos que abandonó fue el mismo durante y después de la pandemia. En cuanto al sentir de los alumnos, expresaron que prefieren tomar las clases de *forma presencial*, siendo el motivo principal que sus profesores no estaban preparados, ni en conocimientos pedagógicos ni con el equipo adecuado para impartir las clases de manera virtual.

## REFERENCIAS

- [1] M. Arámburo, L. Gandar, R. Medina y K. Tirado, “El impacto de las herramientas informáticas en el aprendizaje durante la pandemia”, *ReDTIS*, vol. 4, nº 4, 2020. Disponible: <https://redtis.org/index.php/Redtis/article/view/69>
- [2] F. Moreno, F. Tataje, K. Cuellar y E. Olgado, “Estrategias pedagógicas en entornos virtuales de aprendizaje en tiempos de pandemia por Covid-19”, *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 27, nº 4, pp. 202–213, 2021.
- [3] A. P. Alfaro, “Estudio del Uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación permanente del profesorado para la mejora de la práctica docente”, Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 2014.
- [4] N. Fajardo, *Historia de la Educación*. Ed. Dykinson, S.L., 2018
- [5] O. Cencia Crispín, M. M. Carreño Colchado, P. Eche Querevalú, G. I. Barrantes Morales y G. G. Cárdenas Baldeón, “Estrategias docentes de profesores universitarios en tiempos de Covid-19”, *Horizonte de la Ciencia.*, vol. 11, nº 21, pp. 347–360, julio de 2021. Disponible: <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2021.21.916>
- [6] A. Ambrós y R. Breu, 10 ideas clave. Educar en medios de Comunicación. La educación mediática. Barcelona, 2011.
- [7] L.G. Quirino, R. L. Ibarra, A. P. Alfaro y H. L. López, “Las TIC’s en el proceso de enseñanza-aprendizaje”, *ReDTIS*, vol. 6, nº 6, 2022. Disponible: <https://www.redtis.org/index.php/Redtis/article/view/106/111>
- [8] M. Zapata-Ros, “¿Conectivismo, conocimiento conectivo, conocimiento conectado...?: Aprendizaje elaborativo en entornos conectados.” *CUED*, 2012. Disponible: <http://blogcued.blogspot.com.es/2012/05/conectivismo-conocimiento-conectivo.html>
- [9] M. Sánchez Mendiola *et al.*, “Retos educativos durante la pandemia de COVID-19: una encuesta a profesores de la UNAM”, *Revista Digital Universitaria*, vol. 21, nº 3, pp. 1-24, 2020. Disponible: <https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2020.v21n3.a12>
- [10] I. Hernández, N. Lay, H. Herrera y M. Rodríguez, “Estrategias pedagógicas para el aprendizaje y desarrollo de competencias investigativas en estudiantes universitarios”, *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 27, nº2, pp. 242-255, 2021. Disponible: <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i2.35911>
- [11] A. E. E. Sobaih, A. M. Hasanein y A. E. Abu Elnasr, “Responses to COVID-19 in Higher Education: Social Media Usage for Sustaining Formal Academic Communication in Developing Countries”, *Sustainability*, vol. 12, nº 16, p. 6520, 2020. Disponible: <https://doi.org/10.3390/su12166520>
- [12] S. S. Binyamin, M. Rutter y S. Smith, “Extending the Technology Acceptance Model to Understand Students’ Use of Learning Management Systems in Saudi Higher Education”, *Int. J. Emerg. Technol. Learn. (IJET)*, vol. 14, nº 03, p. 4, febrero de 2019. Disponible: <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9732>
- [13] A. P. Alfaro, H. L. López, G. Espinoza y J. J. Casillas, “Uso de plataformas virtuales en los procesos de enseñanza-aprendizaje en Educación Superior”, *ReDTIS*, vol. 7, nº 1, 2023. Disponible: <https://redtis.org/index.php/Redtis/article/view/146/155>

# ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ÁMBITO DEL DISEÑO GRÁFICO

Angelica Rivera Escalera<sup>1</sup>, Alberto Tripp Nava<sup>1</sup>, Antonio Gutiérrez Beltrán<sup>1</sup>, José David Santana Alaniz<sup>1</sup>, Oscar Manuel Peña Bañuelos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

La Inteligencia Artificial (IA) y su relación con el diseño gráfico ha creado un gran impacto ya que los profesionales han tenido que hacer cambios utilizando las herramientas que existen considerando las necesidades que se requieran de acuerdo con sus posibilidades, se hizo un análisis de la frecuencia en la que se utilizan las herramientas, así como ha traído un impacto en la productividad y avance de los trabajos. Las principales herramientas como Dall-E, las funciones, las ventajas, así como desventajas en diferentes ámbitos. A partir de esto ver el cambio que han tenido en su trabajo dependiendo la herramienta de la IA utilizada, en general si se obtuvieron ventajas a partir de las herramientas de la Inteligencia Artificial utilizadas en el diseño gráfico.

Palabras Clave: Diseño gráfico, herramienta, imagen, inteligencia artificial.

## Abstract

Artificial Intelligence (AI) and its relationship with graphic design has created a great impact since professionals have had to make changes using the tools that exist considering the needs that are required according to their possibilities, an analysis of the frequency in which the tools are used was made, as well as it has brought an impact on productivity and progress of jobs. The main tools such as Dall-E, the functions, the advantages, as well as disadvantages in different areas. From this, see the change they have had in their work depending on the AI tool used, in general if advantages were obtained from the Artificial Intelligence tools used in graphic design.

Keywords: Graphic design, tool, image, artificial intelligence.

## 1 INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que busca simular la inteligencia humana en una máquina, algo que hace unas décadas tan solo se hablaba en libros y películas de ficción, por lo tanto, con el avance de la tecnología, la IA ha estado en muchos de los ámbitos, y el diseño gráfico no es una excepción [1].

El diseño gráfico es una parte importante del avance tecnológico para la creación de imágenes, videos, para transmitir ideas y mensajes a través de lo visual utilizando como su principal herramienta la creatividad desde una serie de características a seguir [2], a partir de esto se han realizado distintos análisis de investigación los cuales hablan de la relación de la IA con el diseño gráfico, el impacto que se ha tenido dentro de un campo laboral así como desde la perspectiva personal sin embargo encontramos que existe una problemática que ha surgido a partir de que se empezaron a utilizar las herramientas de la IA para realizar sus trabajos, saber que es lo más relevante, las actualizaciones que se han tenido que hacer en el diseño gráfico, por lo tanto la investigación tiene como objetivo aclarar que impacto ha generado la Inteligencia Artificial así como las distintas herramientas que existen, las más utilizadas y convenientes, las ventajas y desventajas que se han generado a partir de este cambio, ya que con el uso de estas herramientas ayuda a que a partir de algunas características te den una idea principal y ya con esta perfeccionar los trabajos en menos tiempo.

## 2 METODOLOGÍA

La metodología que esta empleada fue para explorar el cómo la inteligencia artificial (IA) ha transformado el trabajo de los diseñadores gráficos. Se combinan enfoques cualitativos y cuantitativos para ofrecer una visión general de los beneficios, efectos y desafíos de la IA en el diseño gráfico. Gracias a esta combinación de métodos, la idea en general es obtener una comprensión amplia de las percepciones subjetivas de los diseñadores, así como los objetivos que pueden ilustrar la relación entre herramientas de la IA y los procesos del diseño gráfico [8].

### 2.1 Diseño cualitativo

En la parte cualitativa, se buscó recolectar información detallada de las experiencias y opiniones de los diseñadores gráficos al utilizar IA en su trabajo. Para esto, se implementarán los siguientes métodos:

#### 2.1.1 Entrevistas detalladas

Entrevistas planificadas se realizaron a diseñadores gráficos que hayan utilizado herramientas de la IA en sus procesos diarios. Con estas podremos conocer experiencias personales de los sujetos en cuestión con la IA, su percepción en el impacto creativo y productivo, y las adversidades que enfrentan al implementar estas herramientas.

#### 2.1.2 Diseño Cuantitativo

La investigación cuantitativa se basó en la recolección de datos estadísticos a través de encuestas estructuradas. Esto nos permitió obtener una visión general de cómo los diseñadores gráficos perciben el impacto de la IA en su trabajo, así como medir de manera objetiva los efectos sobre la eficiencia y productividad. Las técnicas que se emplearon son:

#### 2.1.3 Encuestas estructuradas

Se aplicaron encuestas a una muestra representativa de diseñadores gráficos. Las preguntas que se realizaron fueron para dar respuesta a estos aspectos:

- La frecuencia de uso de herramientas de IA.
- La mejora en la productividad desde la integración de IA en el proceso de diseño.
- La percepción sobre la influencia de la IA en la creatividad y el trabajo colaborativo.
- Los beneficios y desventajas que los diseñadores perciben al trabajar con IA.

### 2.2 Análisis de datos

Los datos obtenidos de las encuestas fueron analizados utilizando técnicas estadísticas. Se aprovecharon análisis descriptivos para identificar tendencias generales y análisis inferenciales para explorar relaciones entre las variables (por ejemplo, si la frecuencia de uso de IA está asociada con un aumento en la productividad o la pérdida de creatividad). Este análisis permitió identificar patrones comunes en las respuestas de los diseñadores gráficos.

### 2.3 Investigación documental

Se llevo a cabo una revisión de literatura y análisis de investigaciones previas sobre el impacto de la inteligencia artificial en el diseño gráfico. Esto ayudo a contextualizar los hallazgos de este estudio dentro del marco de la investigación existente. Los estudios previos se utilizaron para comparar las percepciones de los diseñadores gráficos con los resultados obtenidos en investigaciones previas y para identificar vacíos de conocimiento que este artículo pueda llenar.

### 2.4 Evaluación de herramientas de IA utilizadas en el Diseño Gráfico

Actualmente, existen muchas herramientas que los diseñadores pueden utilizar algunas de las más conocidas y utilizadas son Midjourney y DALL-E. Son relativamente nuevas y que han captado la atención

de muchos profesionales del campo, debido a sus capacidades únicas y novedosas en el ámbito creativo. Pero hay otras alternativas o con otras funcionalidades [4].

#### 2.4.1 Midjourney

Midjourney es un servicio de inteligencia artificial generativa desarrollado por Midjourney Inc. Es una herramienta, que permite la generación de imágenes únicas a partir de descripciones textuales y/o mediante interacción con otras imágenes de referencia [5].

Midjourney es independiente que explora nuevos medios de pensamiento y ampliar la creatividad de las personas.

#### 2.4.2 Dall-E

Otra de las herramientas de IA para diseñar es Dall-E. Fue desarrollada por OpenAI y consiste en un sistema que crea imágenes realistas y complejas, también por medio instrucciones ya que ofrece hasta 4 imágenes y siempre compone en cuadrado.

En general a Dall-E le describes los que quieres obtener por concepto, formato, referencias entre otras características, así como también puedes editar por partes específicas cada diseño así con eso modificando y perfeccionando la imagen.

#### 2.4.3 Runway ML

Hay quien habla de Runway ML es la competencia directa de Adobe, sin embargo, más bien es una herramienta que se centra en la experimentación creativa y la exploración. Es un software de pago de alto nivel que produce contenido visual creativo, como animaciones, diseños interactivos, imágenes... gracias a su avanzada tecnología generativa. Es una herramienta muy sencilla de utilizar, sin necesidad de ser experto [6].

#### 2.4.4 Adobe Firefly

El gigante tecnológico se ha unido oficialmente a la carrera para aprovechar al máximo el potencial de la inteligencia artificial en el diseño. El plan de Adobe se divide en Firefly y Sensei GenAI, es capaz de editar fotografías a partir de instrucciones escritas, modificar, generar imágenes desde cero, crear bocetos y editar videos.

### 2.5 Consideraciones éticas

El uso de IA en el diseño gráfico plantea preguntas éticas que fueron abordadas en el estudio. Entre las preocupaciones que se explorarán se incluyen:

- **La dependencia de la IA:** ¿Está la IA reemplazando la creatividad humana en el diseño gráfico? ¿Hasta qué punto los diseñadores gráficos pueden confiar en las herramientas de IA sin perder su originalidad?
- **Impacto en el empleo:** ¿Está la IA reduciendo la necesidad de diseñadores gráficos en la industria? ¿Se están creando nuevos tipos de trabajos dentro del diseño gráfico gracias a la IA?
- **Privacidad y propiedad intelectual:** ¿Quién posee los derechos de autor de un diseño generado por IA? ¿Cómo se manejan los datos utilizados por las herramientas de IA en el proceso de diseño?

### 2.6 Análisis de la evolución del Diseño Gráfico

Se analizaron los cambios en los procesos de diseño gráfico antes y después de la integración de la IA, con especial atención a cómo la tecnología está modificando los enfoques creativos, la interacción entre diseñadores y clientes, y las estrategias de gestión de proyectos.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Beneficios del impacto de la IA en el Diseño Gráfico

La inteligencia Artificial ha traído grandes beneficios en el ámbito del diseño gráfico que permiten hacer el trabajo más rápido y eficiente. Continuación mostraremos una lista de los beneficios que ha traído a este campo [7].

##### 3.1.1 Automatización de tareas repetitivas

Uno de los mayores aportes de la inteligencia artificial al diseño gráfico es la automatización de tareas repetitivas y tediosas. Los algoritmos de IA pueden realizar acciones como: el recorte de imágenes, la optimización del tamaño de los archivos, la selección de colores y la corrección de errores comunes de manera eficiente y precisa. Algo en lo que inicialmente se hubieran invertido horas, la IA tiene la capacidad de hacerlo en segundos. Esto permite a los diseñadores centrarse en tareas más creativas y estratégicas, liberando tiempo valioso para la experimentación y la innovación.

Las herramientas basadas en IA pueden procesar grandes volúmenes de datos y generar resultados en cuestión de segundos. Por ejemplo, puede ayudar en la generación automática de variaciones de un diseño, permitiendo al diseñador explorar diferentes opciones rápidamente. Además, los algoritmos de IA pueden analizar y aprender patrones presentes en grandes conjuntos de datos, lo que facilita la creación de diseños coherentes y estéticamente atractivos.

##### 3.1.2 Asistentes virtuales para diseño

Otra forma en que la IA está impactando el diseño gráfico es a través de los asistentes virtuales. Estos asistentes pueden ayudar a los diseñadores a generar ideas, sugerir combinaciones de colores, tipografías y diseños, e incluso crear bocetos preliminares.

Algo increíble es que pueden analizar las preferencias y necesidades del diseñador, así como aprender de su estilo y preferencias a lo largo del tiempo. Esto permite que el asistente sugiera opciones personalizadas y relevantes para cada proyecto. Además, estos asistentes pueden ayudar a acelerar el flujo de trabajo, dando sugerencias instantáneas y reduciendo la necesidad de realizar múltiples iteraciones.

##### 3.1.3 Mejora en la personalización y la optimización

La inteligencia artificial también permite una mayor personalización y optimización en el diseño gráfico. Mediante el análisis de grandes cantidades de datos, la IA puede comprender mejor las preferencias y necesidades de los usuarios, lo que facilita la creación de diseños más relevantes y atractivos [3].

Por ejemplo, los algoritmos de IA pueden analizar los datos demográficos, las preferencias de compra y los comportamientos de los usuarios en línea para personalizar los elementos gráficos de un sitio web o una campaña publicitaria. Esto ayuda a generar una experiencia visual más impactante y atractiva para cada usuario.

Además, los algoritmos de aprendizaje automático pueden realizar pruebas y optimizar diseños en función de métricas específicas, como la tasa de clics o la tasa de conversión. Estos algoritmos pueden identificar los elementos visuales que generan mejores resultados y ajustar automáticamente el diseño para maximizar el impacto.

##### 3.1.4 Creación de contenido visual generado por IA

Esta tecnología está cambiando radicalmente la forma en que se crea el contenido visual. Existen herramientas de IA que pueden generar imágenes, ilustraciones y gráficos personalizados a partir de datos y parámetros específicos.

Por ejemplo, los diseñadores pueden proporcionar a un algoritmo de IA ciertos parámetros, como el tipo de imagen, los colores, el estilo y el tema deseado, y el algoritmo puede generar imágenes que cumplan con esos criterios. Esto es especialmente útil en la creación de visualizaciones de datos, infografías y contenido gráfico para redes sociales [2].

- **Aumento de la productividad.** En primer lugar, la IA ha permitido a los diseñadores aumentar su productividad de manera exponencial. Al automatizar tareas repetitivas, como la creación de gráficos simples o la selección de colores, los diseñadores pueden enfocarse en proyectos más complejos y creativos.
- **Creación de contenido visual más refinado.** Además, la IA ha mejorado la calidad del trabajo final. Al utilizar algoritmos avanzados, los diseñadores pueden generar imágenes más realistas y precisas, lo que resulta en un producto final de mayor calidad.
- **Efectividad de la estrategia.** La capacidad de analizar grandes cantidades de datos permite a los diseñadores tomar decisiones más informadas y basadas en evidencia, lo que se traduce en un diseño más efectivo y orientado al público objetivo.
- **Universalización del diseño.** Otro beneficio importante es la democratización del diseño gráfico. Con la IA, incluso aquellos sin experiencia en diseño pueden crear imágenes impresionantes con facilidad.
- **Aumento de freelances y empresas de marketing y publicidad.** Esto ha abierto las puertas a una amplia gama de personas, desde pequeñas empresas (PYMES) hasta individuos creativos, que antes podrían haberse sentido intimidados por las complejidades del diseño gráfico.

### 3.2 En qué afecta la IA al Diseño Gráfico

A través de los avances que se han tenido la Inteligencia Artificial ha tenido cambios que le benefician, así como también algunos cambios que le afectan como los siguientes.

- **Pérdida de empleos:** Por el hecho de automatizar muchas tareas que antes requerían la intervención humana, ahora se hacen más rápido con una herramienta y ya no se requieren empleados.
- **Pérdida de creatividad:** Con las herramientas de la Inteligencia Artificial que generan imágenes con tan solo pedirles y darle las características hacen que los diseñadores ya no utilicen su creatividad, si no que se basen con lo que les dio la IA y perfeccionen ese trabajo o se den una idea para crearlo desde el inicio, con esto causando que los diseños sean de mala calidad y pierden su originalidad.
- **Falta de control:** las herramientas pueden tomar decisiones automáticamente, lo que causa que haya un conflicto a la hora de entregar el diseño al cliente, ya que se utilizan para hacer el trabajo más rápido y no controlan bien el uso de las herramientas esto hace que sea un trabajo de mala calidad.

#### 3.2.1 *Ámbito laboral del diseño gráfico a partir de la Inteligencia Artificial*

Aunque la IA desempeña un papel crucial en el proceso de diseño, el rol del diseñador sigue siendo irremplazable. La visión creativa, la coherencia visual, la originalidad, la legibilidad y la visión conceptual son elementos que solo un diseñador puede aportar. La combinación de nuestra capacidad para conceptualizar ideas y proyectos, junto con la eficiencia de la IA en la automatización, nos lleva a resultados asombrosos este ámbito que se pueden aprovechar.

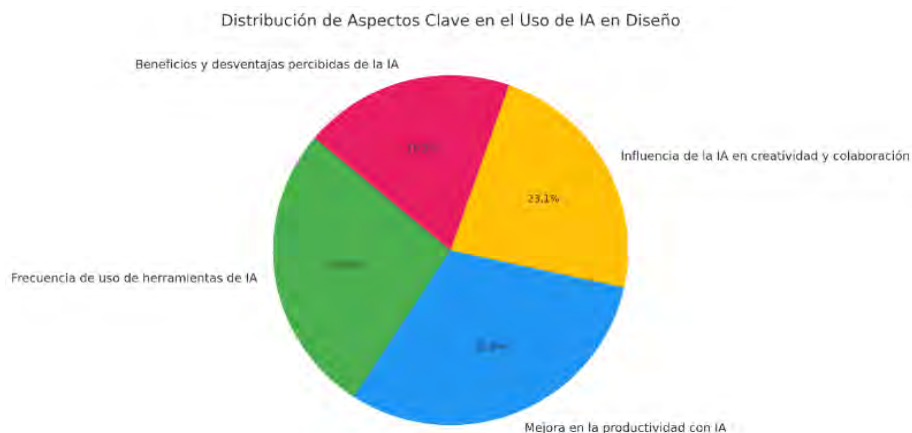


Figura 1. Muestra aspectos del impacto de la IA en el Diseño Gráfico.



### 3.3 Herramientas de la IA utilizadas en el Diseño Gráfico

Tabla 1. Comparación entre las herramientas más utilizadas.

Herramienta	Midjourney	DALL-E	Runway ML	Adobe Firefly
<b>Propósito Principal</b>	Creación de imágenes artísticas a partir de texto	Generación de imágenes a partir de descripciones textuales	Edición de videos e imágenes con IA generativa.	Generación de contenido visual para diseño y marketing
<b>Plataforma</b>	Basado en Discord	Integrado en ChatGPT y API propia	Aplicación Web y Escritorio	Integrado en Adobe Creative Cloud
<b>Calidad de Imagen</b>	Alta resolución con gran nivel de detalle	Alta calidad con opciones de ajustes en estilo	Varía según el modelo usado, incluye herramientas de calidad profesional	Alta resolución orientada a diseño y calidad gráfica profesional
<b>Entrenamiento y Modelos</b>	Modelos propios entrenados en arte y fotografía	Basado en el modelo GPT-3 y modelos personalizados de OpenAI	Modelos entrenados para edición de video, imagen y otros contenidos visuales	Modelos propios entrenados en contenido de Adobe Stock y bibliotecas autorizadas
<b>Aplicaciones Principales</b>	Concept art, arte digital, inspiración visual para proyectos de diseño	Ilustraciones, gráficos para artículos, marketing visual	Edición avanzada de video y efectos visuales en tiempo real, herramientas para motion graphics	Generación de gráficos, edición de fotos, creación de recursos para diseño de productos
<b>Estilos Disponibles</b>	Artístico, fotorrealista, futurista, estilizado	Variedad de estilos como fotográfico, ilustrativo, surrealista	Depende del tipo de proyecto, incluye efectos especiales y filtros	Diversos estilos gráficos y de diseño, enfocado en marketing y comunicación visual
<b>Funciones Destacadas</b>	-Personalización avanzada de estilos - Generación de arte por comando	- Edición de imágenes ya creadas -Personalización y variaciones automáticas	- Edición de video generativa - Remoción de fondos y superposiciones - Generación de efectos de video en tiempo real	- Edición de texto en imagen, eliminación de fondo - Creación de ilustraciones, retoque de imagen - Generación de gráficos vectoriales
<b>Compatibilidad</b>	Limitado a Discord, requiere acceso a servidor	Disponible en la API de OpenAI y en ChatGPT Plus	Navegadores y aplicaciones de escritorio	Adobe Photoshop, Illustrator, y otras herramientas de Adobe

Herramienta	Midjourney	DALL-E	Runway ML	Adobe Firefly
<b>Público Objetivo</b>	Artistas, diseñadores gráficos, creativos visuales	Publicistas, creadores de contenido, diseñadores gráficos	Productores de video, editores visuales, diseñadores multimedia	Diseñadores, publicistas, creativos de marketing, diseñadores gráficos
<b>Costo</b>	Suscripción mensual o anual	Gratuito para ChatGPT Plus o pago por API	Planes de suscripción mensuales	Incluido en Adobe Creative Cloud (planes pagos)
<b>Ventajas</b>	Calidad artística destacada, personalización de estilo	Alta calidad de imágenes y facilidad de uso en ChatGPT	Versatilidad en edición de video e imagen en tiempo real	Integración total con el ecosistema de Adobe
<b>Desventajas</b>	Limitado a Discord, menos accesible fuera de esta plataforma	Opciones de control limitadas para usuarios básicos	Interfaz avanzada, puede requerir conocimiento técnico	Acceso limitado a quienes no tienen Adobe Creative Cloud

#### 4 CONCLUSIONES

El impacto que ha generado la Inteligencia Artificial en el diseño ha traído grandes ventajas para los diseñadores ya que les permite hacer un trabajo más rápido, incrementa su trabajo, les hace el trabajo más fácil, porque aunque la inteligencia artificial les ayude ellos siguen perfeccionando los diseños permitiéndoles cumplir con su trabajo en tiempo y forma por otro lado en el ámbito laboral no les afecta ya sabemos cualquier persona puede acceder a las herramientas IA pero después de que estas te dan los diseños tienes que modificarlos y perfeccionándolos dependiendo de lo que el cliente pida ya que con esto no pierde calidad y se ahorra tiempo.

En general, la IA está teniendo un impacto positivo en la productividad y colaboración dentro del diseño gráfico, con efectos variados en la creatividad y desafíos en cuanto a la autenticidad y dependencia tecnológica. A medida que estas herramientas evolucionen, se espera que los diseñadores desarrollen en habilidades híbridas que combinen creatividad humana con el apoyo de la inteligencia artificial.

#### REFERENCIAS

- [1] J. R. Sesé, «El diseñador grafico en la era de la inteligencia artificial,» 2020.
- [2] L. Busto, «La inteligencia artificial en el diseño grafico,» Deusto Formation, 14 Marzo 2024. [En línea].
- [3] A. Wilson, «Artificial Intelligence in Creative Industries:Redefining Art and Design,» Journal of Digital Creativ, vol. 2, nº 34, pp. 109-120, 2022.
- [4] M. E. Yang y J, «Una visión general de la inteligencia artificial en el diseño de productos para la fabricación inteligente», 27ª Conferencia Internacional sobre Automatización y Computación (ICAC) de 2022,,» IEEE, 2022.
- [5] A. H. S. N. y. A. J. V. d. Arruda, «The use of artificial intelligence as a strategy for natural mimicry in design artifacts,» ISSN, 2024.
- [6] R. Lee. H y Kitchin, «Creative IA: Automation and Human Creativity in Design,» Technology y Culture, vol. 1, nº 60, pp. 59-79, 2021.

- [7] M. Yuskevych, «Which AI image generator to choose: DALL-E 3 vs Adobe Firefly vs Midjourney vs Leonardo AI.» Perpetio, 2023. [En línea].
- [8] I. Chacon, «Cebra,» 19 junio 2024. [En línea]. Available: <https://www.cebra.com/blog/inteligencia-artificial-diseno-grafico>.

# COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Raúl Nava López<sup>1</sup>, Ana Luisa Ramírez Noriega<sup>1</sup>, Guillermina Reyes Juárez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Tecnológico Nacional de México, TES San Felipe del Progreso, División de Ingeniería Informática (MÉXICO)*

## Resumen

El presente artículo tiene como finalidad dar a conocer los resultados obtenidos, a partir del diagnóstico realizado en el Tecnológico Nacional de México, acerca de las Competencias Digitales Docentes (CDD) que predominan en el personal académico adscrito a Programas de Estudio (PE) impartidos en el Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso (TESSFP). La investigación tuvo un enfoque cuantitativo no experimental, con alcance descriptivo; utilizando el instrumento traducido y adaptado de acuerdo al cuestionario DigCompEdu Check-In [1], fundamentado en el Marco Europeo de Competencia Digital Docente (DigCompEdu). La metodología propuesta, considera la estructuración de 22 reactivos, que consideran las seis áreas competenciales establecidos por el DigCompEdu; mismo que fue aplicado a 72 docentes de los seis programas educativos de nivel licenciatura ofertados en el TESSFP: Ingeniería Civil, Ingeniería Química, Contador Público, Ingeniería Informática, Ingeniería en Energías Renovables e Ingeniería en Industrias Alimentarias. Como resultado se puede asumir, la necesidad imperativa de fortalecer las CDD, al alcanzar el 42% y 36% de docentes que poseen habilidades digitales, ubicándose en los niveles Integrador (B1) y Experto (A2) respectivamente, que significa el dominio intermedio de los niveles de competencia, de acuerdo al DigCompEdu.

Palabras clave: Competencia digital docente, DigCompEdu, educación superior.

## Abstract

The purpose of this article is to present the results obtained from the diagnosis carried out at the National Technological Institute of Mexico, regarding the Digital Teaching Competencies (CDD) that predominate in the academic staff assigned to Study Programs (PE) taught at the Technological Institute of Higher Education of San Felipe del Progreso (TESSFP). The research had a non-experimental quantitative approach, with a descriptive scope; using the translated and adapted instrument according to the DigCompEdu Check-In questionnaire [1], based on the European Framework of Digital Teaching Competence (DigCompEdu). The proposed methodology considers the structuring of 22 reagents, which consider the six competency areas established by the DigCompEdu; which was applied to 72 teachers of the six bachelor's level educational programs offered at the TESSFP: Civil Engineering, Chemical Engineering, Public Accounting, Computer Engineering, Renewable Energy Engineering and Food Industry Engineering. As a result, it can be assumed that there is an imperative need to strengthen the CDD, by reaching 42% and 36% of teachers who have digital skills, placing themselves at the Integrator (B1) and Expert (A2) levels respectively, which means the intermediate mastery of the competence levels, according to DigCompEdu.

Keywords: Digital teaching competence, DigCompEdu, higher education.

## 1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la sociedad ha experimentado cambios significativos en todos los ámbitos debido al desarrollo tecnológico. El educativo no es una excepción, las modalidades de enseñanza han evolucionado para adaptarse a las necesidades de la población, lo que ha modificado también las competencias requeridas en los docentes. El proceso de enseñanza-aprendizaje varía considerablemente dependiendo si es presencial, a distancia o en línea, ya sea de forma síncrona o asíncrona. Por ello, los docentes deben actualizarse continuamente. Esto permite adquirir las competencias digitales necesarias

para afrontar los retos de la educación superior en un entorno cambiante. Estudios recientes subrayan la importancia de la formación continua de los educadores, destacando que las habilidades tecnológicas no solo optimizan el proceso de aprendizaje, sino que también mejoran la calidad educativa [2]-[4].

La transición hacia modalidades digitales ha intensificado la demanda de competencias en áreas como la gestión de entornos virtuales de aprendizaje, el diseño de contenidos interactivos y la mediación pedagógica a través de herramientas tecnológicas. Estas habilidades son esenciales para garantizar un aprendizaje significativo en escenarios educativos híbridos o completamente en línea [5], [6]. Por tanto, la capacitación docente no solo debe centrarse en la adopción de herramientas tecnológicas, sino también en estrategias pedagógicas que maximicen su impacto en el aprendizaje de los estudiantes [7].

Un nivel de competencia define lo que una persona domina, sabe hacer o ha adquirido. En otras palabras, es el nivel alcanzado en alguna área. Se consideran los niveles de competencia [1]: Nivel Novato (A1): Determina que el docente utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pocas veces o no está seguro de utilizarlas. Nivel Explorador (A2): El docente utiliza de manera consciente las TIC, limitándose a las herramientas digitales básicas. Nivel Integrador (B1): Implica un uso eficiente y responsable de las TIC; el docente experimenta con nuevas tecnologías, incluso en casos avanzados, la integra de forma significativa y fomenta su uso en los estudiantes para mejorar las estrategias tradicionales. Nivel Experto (B2): Caracterizado por una práctica creativa, responsiva y transparente; el docente utiliza estrategias avanzadas, crea recursos, emplea diversos métodos de manera estratégica y eficiente, y facilita su adopción por parte de los estudiantes. Nivel Líder (C1): El docente emplea herramientas avanzadas, evalúa y discute de manera responsiva, publica recursos, adapta métodos de manera flexible y estratégica, y demuestra una práctica comprensiva y crítica. Nivel Pionero: Representa el nivel más alto de competencia digital docente. Este nivel se caracteriza por la capacidad de rediseñar, innovar, crear y publicar recursos. Además, de transformar la enseñanza y promover la innovación educativa.

Las áreas incluidas en las competencias digitales docentes, son las siguientes [1]:

1. Compromiso profesional: Capacidad para utilizar las tecnologías digitales no solo en la enseñanza, sino también en la interacción profesional con la comunidad educativa.
2. Pedagogía digital: Implica diseñar, planificar e implementar el uso de tecnologías digitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
3. Recursos digitales: Relacionada con la búsqueda, creación y distribución de recursos digitales, considerando su uso responsable (derechos de autor y protección de datos).
4. Evaluación y retroalimentación: Incluye el uso de herramientas y estrategias digitales para evaluar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
5. Empoderar a los estudiantes: Promueve la participación activa de los estudiantes en su aprendizaje y fomenta su autonomía.
6. Facilitar la competencia digital de los estudiantes: Busca desarrollar y fortalecer la competencia digital ciudadana del alumnado.

Como consecuencia del confinamiento por la pandemia COVID-19, los docentes del Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso (TESSFP) enfrentaron un cambio en el proceso de enseñanza – aprendizaje. La interacción docente – estudiante se realizó mediante plataformas de videoconferencia y herramientas digitales, generando la necesidad de transformar los recursos didácticos tradicionales. Ante este desafío, se volvió imprescindible identificar las habilidades tecnológicas con las que cuentan los docentes del TESSFP, lo que permite determinar las áreas que requieren fortalecimiento. Este artículo tiene como objetivo analizar las Competencias Digitales Docentes (CDD) predominantes en los programas de estudio del TESSFP.

Cabe destacar que una competencia implica la integración de diversos recursos tanto personales (actitudes, conocimientos, habilidades y valores) como contextuales (materiales, económicos y humanos) para realizar tareas o resolver problemas [8]. Asimismo, según la Sociedad Internacional de Tecnología en Educación (ISTE), los docentes deben cumplir con varios roles fundamentales en la era digital. Estos incluyen facilitar e inspirar el aprendizaje y la creatividad de los estudiantes, diseñar y desarrollar experiencias de aprendizaje y evaluaciones adaptadas al entorno digital, y modelar prácticas de trabajo y aprendizaje propias de esta era. Esta perspectiva subraya la importancia de que los docentes desarrollen

competencias digitales no solo para adaptarse al entorno educativo actual, sino también para liderar procesos innovadores que fortalecen la enseñanza y el aprendizaje en un mundo digitalizado.

En el documento se describe la metodología utilizada, el instrumento DigCompEdu aplicado y los resultados obtenidos con el mismo, tomando en cuenta los datos sociodemográficos de la población docente, y los niveles en cada una de las áreas de competencia de: compromiso profesional, recursos digitales, pedagogía digital, evaluación y seguimiento, empoderar a los estudiantes y facilitar la competencia digital de los estudiantes, concluyendo con los resultados generales y las conclusiones finales.

## 2 METODOLOGÍA

La investigación realizada utilizó una metodología no experimental, de corte transversal, con un enfoque cualitativo; aplicando un cuestionario semi estructurado, diseñado y aplicado bajo la plataforma de G Suite de Google. El instrumento aplicado corresponde al cuestionario DigCompEdu Check-In [1], el cual considera en sus 22 reactivos, seis áreas competenciales:

- a) Compromiso profesional
- b) Recursos digitales
- c) Pedagogía digital
- d) Evaluación y retroalimentación
- e) Empoderar a los estudiantes y
- f) Facilitar la competencia digital de los estudiantes.

Donde, los 4 primeros reactivos, evalúan las competencias profesionales que cada docente debe poseer; los siguientes 13 reactivos contemplan las habilidades inherentes a los procesos de enseñanza y aprendizaje; mientras los últimos 5 reactivos están orientados a la evaluación de las competencias ciudadanas que se deben fomentar en la comunidad estudiantil. El procesamiento global del instrumento requirió el uso de los siguientes niveles de competencia [1]:

*Tabla 1. Niveles de competencia.*

Nivel de competencia	Puntuación
Novato (A1)	Menor a 20
Explorador (A2)	20 a 33
Integrador (B1)	34 a 49
Experto (B2)	50 a 65
Líder (C1)	66 a 80
Pionero (C2)	Mayor a 80

Mientras que, para una clasificación por cada nivel competencial, se consideraron las siguientes ponderaciones [1]:

*Tabla 2. Ponderación por nivel de competencia.*

Área competencial	Nivel competencial	Puntuación
1. Compromiso profesional 2. Pedagogía digital	Novato (A1)	4
	Explorador (A2)	5 a 7
	Integrador (B1)	8 a 10
	Experto (B2)	11 a 13

Área competencial	Nivel competencial	Puntuación
	Líder (C1)	14 a 15
	Pionero (C2)	16
3. Recursos digitales 4. Evaluación y retroalimentación 5. Empoderar a los estudiantes	Novato (A1)	3
	Explorador (A2)	4 a 5
	Integrador (B1)	6 a 7
	Experto (B2)	8 a 9
	Líder (C1)	10 a 11
	Pionero (C2)	12
6. Facilitar la competencia digital de los estudiantes	Novato (A1)	5 a 6
	Explorador (A2)	7 a 8
	Integrador (B1)	9 a 12
	Experto (B2)	13 a 16
	Líder (C1)	17 a 19
	Pionero (C2)	20

Adicionalmente, al instrumento se agregó la recolección de información sociodemográfica para cada participante, bajo la aceptación de un contrato de confidencialidad. La información solicitada corresponde a:

- Edad
- Género
- Grado académico
- División de adscripción
- Años de experiencia docente en el nivel superior
- Participación en programas institucionales de digitalización
- Tiempo dedicado al uso de las tecnologías de información y comunicaciones durante la clase.

Para la aplicación del instrumento se consideró la participación de 72 docentes adscritos a los seis programas de estudio impartidos en el Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, representando el 95% del total de la plantilla docente del tecnológico. El instrumento fue difundido por el Departamento de Desarrollo Académico y Jefaturas de División, para asegurar la participación de un mayor número de docentes.

### 3 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados derivados del procesamiento de cada uno de los reactivos que integran al instrumento metodológico:

*Tabla 3. Distribución por edad, género y experiencia docente de la población encuestada.*

Edad	Porcentaje	Género	Porcentaje	Experiencia docente	Porcentaje
Menos de 25	4%	Hombre	51%	Menos de 5	31%
25 a 30	10%	Mujer	49%	5 a 10	46%

Edad	Porcentaje	Género	Porcentaje	Experiencia docente	Porcentaje
31 a 35	29%	Otro	0%	11 a 15	11%
36 a 40	31%			16 a 20	11%
41 a 45	15%			21 a 25	0%
46 a 50	6%			26 a 30	0%
51 a 55	4%			Más de 30	1%
56 a 60	1%				
Más de 60	0%				
Total	100%	Total	100%	Total	100%

*Tabla 4. Distribución por grado académico, uso de TIC's y participación en la digitalización.*

Grado académico	Porcentaje	Tiempo de uso de TIC's en clase	Porcentaje	Participación digitalización	Porcentaje
Licenciatura	44%	Menos de 1 hora	0%	Insuficiente	6%
Maestría	42%	1 a 2 horas	38%	Suficiente	14%
Doctorado	11%	2 a 3 horas	15%	Buena	44%
Posdoctorado	3%	Más de 3 horas	47%	Notable	22%
				Excelente	14%
Total	100%	Total	100%	Total	100%

Los resultados obtenidos a la primera área competencial: Compromiso profesional, se describen en la Figura 1, donde se visualiza el factor predominante Experto (B2) alcanzando el 39%; seguido de nivel Integrador (B1) con 38%, siendo estos dos los más significativos para diagnosticar las competencias profesionales que presentan los docentes adscritos al Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso. No se debe dejar de indicar, que no se obtuvieron puntuaciones para los niveles Pionero (C2) y Novato (A1).



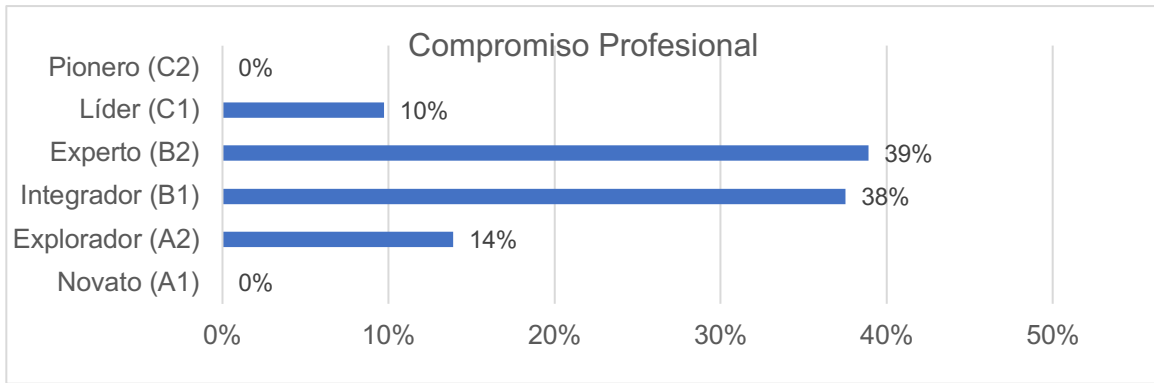


Figura 1. Resultados del área competencial: Compromiso profesional.

En la Figura 2 se presentan los resultados alcanzados para el área competencial: Recursos digitales, donde se puede observar que el 46% de los docentes encuestados obtuvo el nivel Integrador (B1), quedando en segunda posición el nivel Explorador (A2) con el 39%. Aquí se debe señalar que, tanto el nivel Pionero (C2) como Líder (C1), no obtuvieron puntuación alguna durante la participación de los docentes.

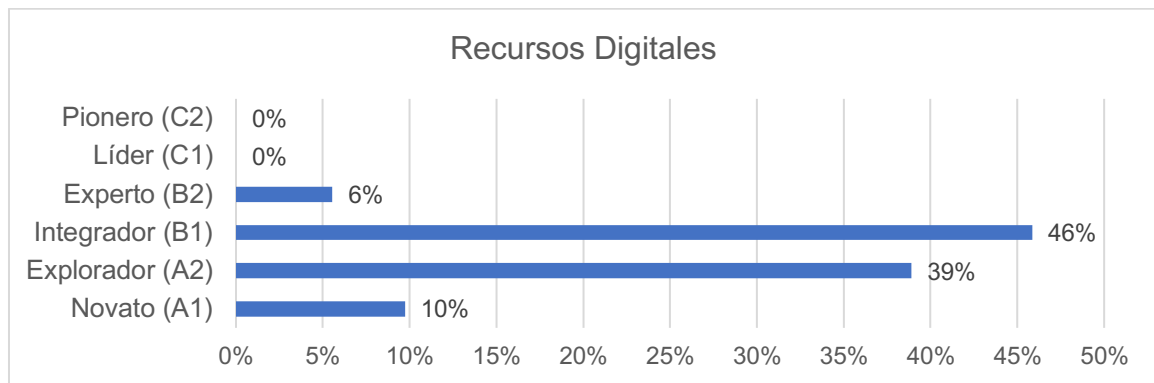


Figura 2. Resultados del área competencial: Recursos digitales.

La Figura 3 muestra los resultados alcanzados para el área competencial: Pedagogía digital, encontrando el 42% de los docentes en el nivel Pionero (C2), dejando en segundo lugar con el 28% al nivel Líder (C1). Dejando a los niveles Explorador (A2) con solamente 3% y, el nivel Novato (A1) sin recibir puntuación alguna.

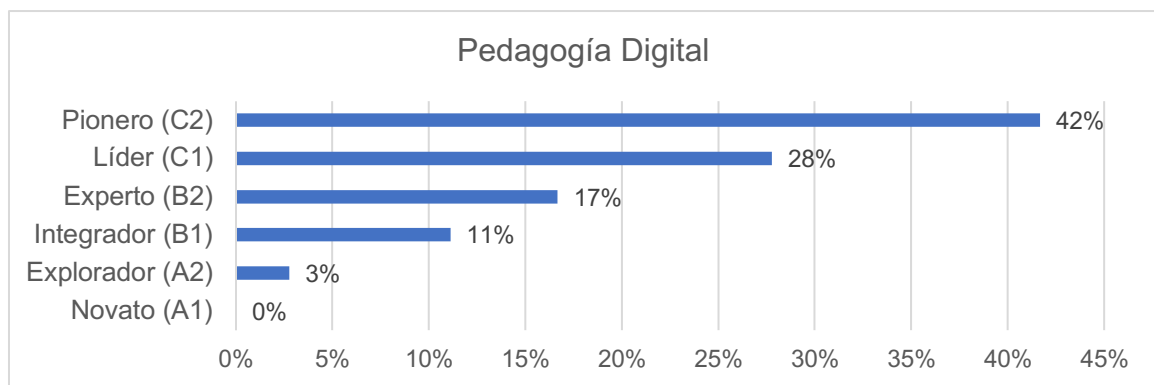


Figura 3. Resultados obtenidos para el área competencial: Pedagogía digital.

El área competencial: Evaluación y seguimiento se presenta en la Figura 4, encontrando al nivel Integrador (B1) en primer lugar con 36%, seguido por el nivel Explorador (A2) y Experto (B) con 29% y 22%

respectivamente. Relegando al nivel Pionero (C2) con únicamente 1% de las puntuaciones recibidas en el cuestionario.

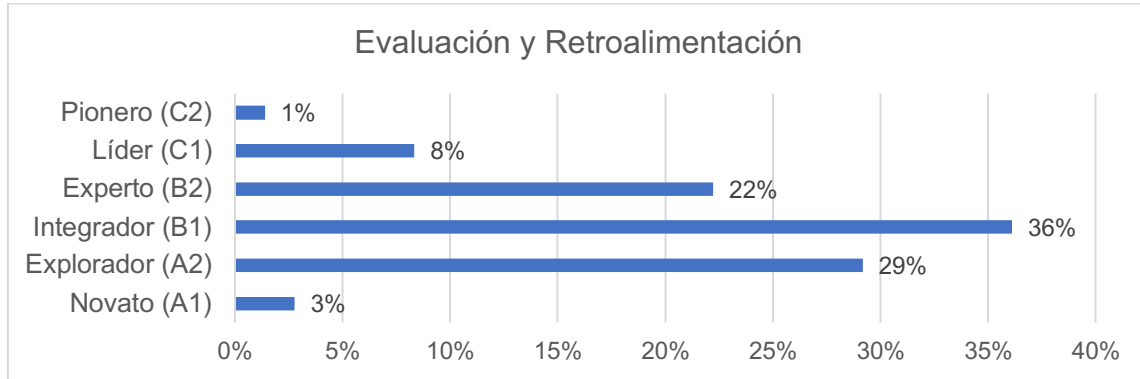


Figura 4. Resultados del área competencial: Evaluación y retroalimentación.

Referente a el área competencial: Empoderar a los estudiantes, la Figura 5 ilustra los resultados derivados de la encuesta aplicada a los docentes participantes. Presentando en primer lugar a los niveles Experto (B2) e Integrador (B1) con el 29% y 28% respectivamente. Mientras que, los niveles Pionero (C2) y Novato (A1), se posicionan en último lugar con 4% cada uno.

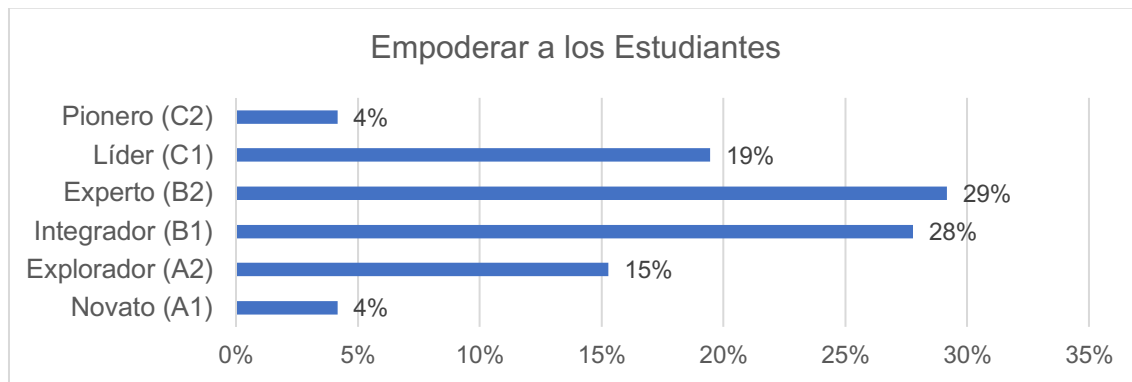


Figura 5. Resultados del área competencial: Empoderar a los estudiantes.

La Figura 6, permite visualizar los resultados obtenidos para el área competencial: Facilitar la competencia digital de los estudiantes. En ella observa al nivel Integrador (B1) como el predominante con 50%, seguido del nivel Experto (B2) con 32%; dejando al nivel Pionero (C2) en último lugar con 1% de las puntuaciones.

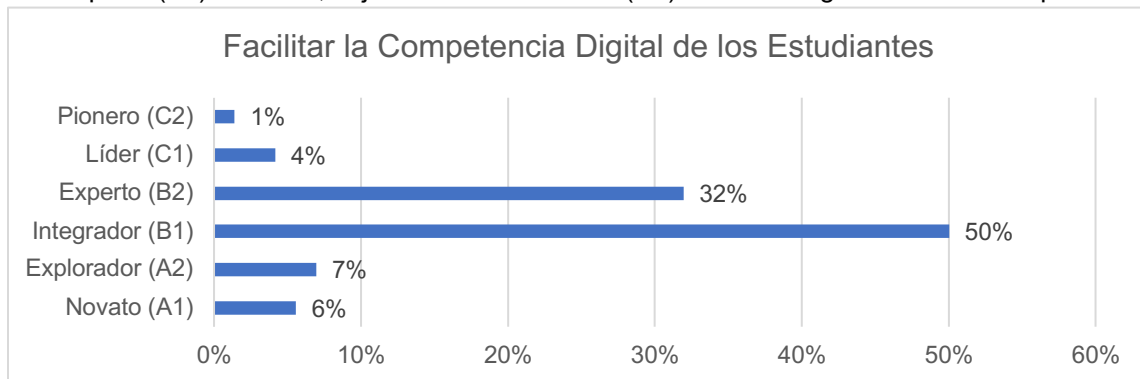


Figura 6. Resultados del área competencial: Facilitar la competencia digital de los estudiantes.

Finalmente, se presenta la Figura 7, donde se observa el predominio del nivel Integrador (B1) con 42%, seguido del nivel Experto (B2) con 36%, el nivel Líder (C1) con 19%, el nivel Pionero (C2) con 3%; dejando a los niveles Explorador (A2) y Novato (A1) sin puntuación.

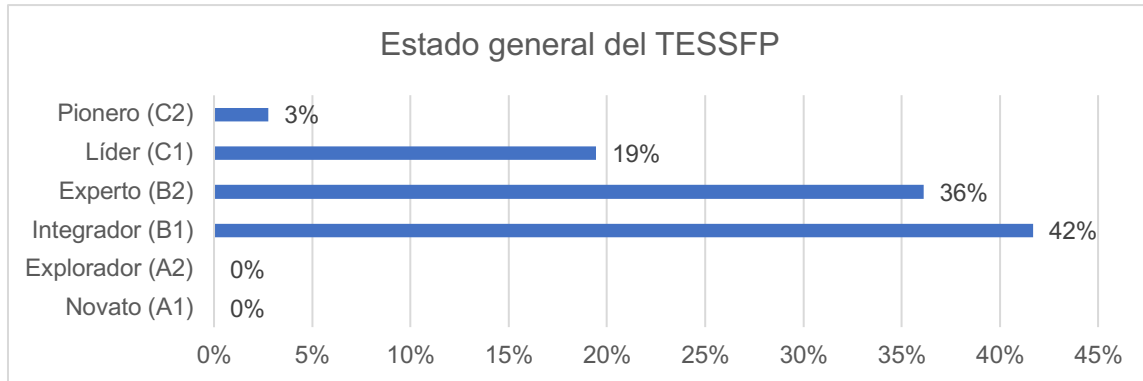


Figura 7. Resultados generales del TESSFP por nivel.

#### 4 CONCLUSIONES

La constante evolución tecnológica y educativa genera la necesidad de contar con docentes altamente capacitados en competencias pedagógicas y digitales que permitan cumplir satisfactoriamente con los roles asumidos a partir de la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el proceso educativo [9]. La aparición de nuevas formas de enseñanza basadas en la multimodalidad, requiere promover en la comunidad docente y estudiantil la gestión de los saberes a partir de herramientas digitales que permitan el empoderamiento, el aprendizaje y la participación en la solución de problemas presentes en el entorno del proceso educativo.

De los resultados obtenidos en la presente investigación, se establece la necesidad de que los docentes y el Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, incorporen estrategias institucionales para incrementar el área competencial: Compromiso Profesional, promoviendo actividades que permitan evaluar, discutir, reflexionar de manera crítica y estratégica; hasta lograr el dominio de las competencias digitales, mejorando la enseñanza y generando escenarios de interacción profesional entre los integrantes de la comunidad educativa.

Referente al área competencial: Recursos digitales, los resultados obtenidos muestran la necesidad de generar estrategias educativas e institucionales para fomentar la creación de recursos digitales, así como la necesidad de combinar herramientas digitales avanzadas, hasta alcanzar la publicación de contenidos digitales. Observando en todo momento la normativa referente a los derechos de autor y la protección de datos personales.

Un aspecto en el cual se afirma tener fortaleza institucionalmente, se refiere al área competencial: Pedagogía digital, donde se alcanzaron indicadores elevados relacionados a la innovación en la enseñanza educativa. Debido a que los docentes encuestados refirieron contar con las habilidades necesarias para diseñar, planificar e implementar las herramientas digitales en las distintas etapas del proceso educativo, posicionando a los estudiantes como los actores principales de éste.

Los resultados alcanzados en el área competencial: Evaluación digital, muestran la necesidad de implementar nuevas estrategias y herramientas de evaluación, sustentadas en las herramientas digitales, que permitan mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Promoviendo la práctica comprensiva, crítica y reflexiva que fomente el desarrollo de competencias específicas y genéricas establecidas en los programas de estudio vigentes del Tecnológico Nacional de México.

Para el área competencial: Empoderar a los estudiantes, los resultados mostraron áreas de mejora, requiriendo estrategias educativas que impulsen la participación y autonomía estudiantil en el proceso de aprendizaje, mediante el uso de tecnologías digitales adaptadas a los niveles de competencia de cada estudiante, permitiendo gestionar la adquisición de saberes de acuerdo a las necesidades temporales y cognitivas de los estudiantes.

En la investigación se pudo obtener para el área competencial: Facilitar la competencia digital de los estudiantes, se requiere que los docentes establezcan estrategias pedagógicas que permitan promover el uso de herramientas digitales con la finalidad de ciudadanizar a los estudiantes, utilizando formatos innovadores, métodos comprensivos y críticos que fomenten las competencias digitales en la comunidad estudiantil.

Finalmente, la investigación coadyuva a la toma de decisiones referente a los programas de capacitación docente y profesional que deben incluirse y atenderse desde el Plan Operativo Anual (POA) del Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso. Todas ellas encaminadas a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación; reduciendo las brechas digitales existentes entre la plantilla docente y visualizando la integración de nuevas ofertas educativas sustentadas en la multimodalidad, sin dejar de considerar la generación de docentes capacitados e infraestructura tecnológica ante la posibilidad de regresar a una educación a distancia ocasionada por una nueva pandemia como la época de pandemia por Covid 19 [10].

## REFERENCIAS

- [1] J. Cabero-Almenara y A. Palacios-Rodríguez, "Marco Europeo de Competencia Digital Docente «DigCompEdu». Traducción y adaptación del cuestionario «DigCompEdu Check-In», " *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC* , vol. 9, núm. 1, art. 1, 2020. Accedido: marzo-2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.12462> .
- [2] J. Anderson y L. Rainie, "The Future of Learning in the Digital Age," Pew Research Center, 2018.
- [3] G. Salmon, *E-tivities: The Key to Active Online Learning*, 2nd ed., New York, NY, USA: Routledge, 2013.
- [4] UNESCO, "Education in a Post-COVID World: Nine Ideas for Public Action," Paris, France, 2020.
- [5] M. Ally and M. Wark, "The Impact of Technology on Education in the 21st Century," *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, vol. 20, no. 4, pp. 1-14, 2019.
- [6] T. G. Roberts, "Developing the Digital Competencies of Educators," *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, vol. 10, no. 2, pp. 55-72, 2017.
- [7] E. Tondeur, J. Aesaert, y H. van Braak, "Digital Learning in Schools: Essential Factors for Success," *Computers & Education*, vol. 140, pp. 103601, 2019.
- [8] A. Baca-Rangel, "Competencias docentes digitales: propuesta de un perfil", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación* , núm. 46, págs. 1-15, ene. 2015. Accedido: marzo-2024. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/368/36832959015.pdf> .
- [9] EER Márquez, "Educación Superior y el Covid 19: Desarrollo de Competencias Digitales en los Docentes Universitarios", *Crescendo* , vol. 13, núm. 1, págs. 7 y 8, 2022.
- [10] J. Fernández, JG Domínguez y PL Martínez, "De la educación presencial a la educación a distancia en época de pandemia por Covid 19. Experiencias de los docentes", *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos Y Grupos De Investigación* , vol. 7, núm. 14, págs. 87–110, 2020. Accedido: 19-nov-2024. [En línea]. Disponible en: <http://mail.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/212>

# DESAFÍOS ÉTICOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LAS NUEVAS FORMAS ORGANIZACIONALES

Karina Castillo Martínez<sup>1</sup>, Juan Antonio Aguilar Rodríguez<sup>1</sup>, Ana Silvia Madrigal Rentería<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Mazatlán (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Regional Culiacán (MÉXICO)

## Resumen

La inteligencia artificial generativa (IAG) está revolucionando la forma en que las organizaciones crean contenido, impulsando la innovación y la eficiencia en múltiples sectores. Sin embargo, su adopción también plantea una serie de desafíos éticos significativos que requieren atención y consideración cuidadosa. Este artículo explora los principales dilemas éticos relacionados con la IAG en el contexto de las nuevas formas organizacionales derivado de su mayor flexibilidad y adaptabilidad con relación a las estructuras tradicionales. A medida que las organizaciones adoptan modelos ágiles, planos y basados en proyectos, la integración de la IAG puede transformar procesos creativos, pero también complica cuestiones de autenticidad y propiedad intelectual. Además, la capacidad de la IAG para generar contenido convincente puede ser explotada para crear desinformación, erosionando la confianza en la comunicación organizacional. Por otra parte, el impacto en el empleo es preocupante, ya que la automatización de tareas creativas podría llevar a la eliminación de puestos en sectores donde la creatividad humana es esencial. Asimismo, el sesgo en los datos de entrenamiento puede perpetuar la discriminación, lo que es especialmente preocupante en organizaciones que valoran la diversidad. A través de una evaluación de estos desafíos éticos, este artículo argumenta de manera puntal la importancia de que las organizaciones adopten un enfoque proactivo hacia la ética de la IAG, estableciendo políticas claras y fomentando una cultura de responsabilidad. Solo así podrán maximizar los beneficios de estas tecnologías mientras mitigan sus riesgos y aseguran un entorno de trabajo justo y equitativo.

Palabras clave: Inteligencia artificial generativa, ética, nuevas formas organizacionales.

## Abstract

Generative artificial intelligence (GAI) is revolutionizing the way organizations create content, driving innovation and efficiency across multiple sectors. However, its adoption also poses a few significant ethical challenges that require careful attention and consideration. This article explores the main ethical dilemmas associated with GAI in the context of new organizational forms, stemming from its increased flexibility and adaptability compared to traditional structures. As organizations embrace agile, flat, and project-based models, the integration of GAI can transform creative processes, but it also complicates issues of authenticity and intellectual property. Additionally, the ability of GAI to generate convincing content can be exploited to create misinformation, eroding trust in organizational communication. Furthermore, the impact on employment is concerning, as the automation of creative tasks could lead to job loss in sectors where human creativity is essential. Bias in training data can perpetuate discrimination, which is especially troubling in organizations that value diversity. Through an evaluation of these ethical challenges, this article argues for the importance of organizations adopting a proactive approach to GAI ethics, establishing clear policies, and fostering a culture of responsibility. Only then can they maximize the benefits of these technologies while mitigating their risks and ensuring a fair and equitable work environment.

Keywords: Generative artificial intelligence, ethics, new organizational forms.

## 1 INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial generativa (IAG) ha emergido como una de las tecnologías innovadoras y transformadoras del siglo XXI, con aplicaciones que abarcan desde la creación de texto y arte hasta la producción musical y el diseño gráfico. A medida que las organizaciones buscan maneras de innovar y mejorar la eficiencia, la IAG se presenta como una herramienta poderosa que puede cambiar radicalmente la forma en que se llevan a cabo las operaciones creativas. Sin embargo, junto con las oportunidades que ofrece, la IAG también plantea una serie de desafíos éticos que deben ser considerados cuidadosamente. Estos desafíos son especialmente relevantes en el contexto de las nuevas formas organizacionales, que están caracterizadas por su flexibilidad, adaptabilidad y un enfoque en la colaboración y la autoorganización. Las nuevas formas organizacionales han surgido en respuesta a un entorno empresarial cada vez más dinámico y competitivo [1]. Estas estructuras no son simplemente una reacción a las necesidades del mercado; representan un cambio fundamental en cómo se concibe el trabajo y la colaboración. Organizaciones ágiles, planas, basadas en proyectos y modelos híbridos se están volviendo comunes, y cada una de estas estructuras tiene sus propias dinámicas y requerimientos. La integración de la IAG en estos entornos organizacionales plantea preguntas cruciales sobre la autenticidad del contenido, la propiedad intelectual, la transparencia y la responsabilidad [2]. En un mundo donde la comunicación rápida y efectiva es esencial, la capacidad de la IAG para producir contenido convincente puede ser una ventaja significativa. Sin embargo, esta misma capacidad puede ser utilizada de manera irresponsable, llevando a la creación de desinformación o contenido manipulativo. La propagación de información falsa puede tener consecuencias devastadoras, no solo para las organizaciones en sí, sino también para la confianza pública en las instituciones. Por lo tanto, es vital que las organizaciones establezcan pautas claras para el uso de la IAG en la comunicación, asegurando que se mantenga la integridad y la ética en todas las interacciones [3].

### 1.1 Nuevas formas organizacionales

Estas formas organizacionales buscan crear un ambiente más dinámico, donde los empleados estén motivados y alineados con los objetivos de la organización. Mintzberg describe cómo las organizaciones pueden estructurarse de maneras no convencionales, sugiriendo que las nuevas formas organizacionales se caracterizan por ser flexibles y adaptativas. Propone que, en lugar de una jerarquía rígida, las organizaciones modernas pueden adoptar estructuras planas y equipos de trabajo que fomenten la colaboración y la innovación [4]. Por su parte Hamel argumenta que la innovación en la estructura organizacional es clave para la competitividad, sugiere que las organizaciones deben moverse hacia formas menos jerárquicas y más participativas, donde el empoderamiento de los empleados y la toma de decisiones descentralizada se convierten en el centro de la cultura organizativa [5]. Desde la perspectiva de Laloux propone el concepto de organizaciones "teal", que se basan en la autogestión, la plenitud y un propósito evolutivo. Estas organizaciones buscan eliminar jerarquías y fomentar un entorno en el que los empleados puedan contribuir plenamente a su trabajo y a la misión de la organización [6]. Finalmente, Pink aborda la importancia de la autonomía, la maestría y el propósito en el trabajo. Desde su perspectiva, las nuevas formas organizacionales deben permitir a los empleados tener más control sobre su trabajo y alinearse con un propósito mayor, lo que resulta en un compromiso y motivación más profundos [7].

#### 1.1.1 Características de las nuevas formas organizacionales

Las nuevas formas organizacionales se refieren a estructuras y modelos de gestión que se alejan de las jerarquías tradicionales y rígidas, buscando mayor flexibilidad, agilidad y adaptación a un entorno cambiante. Algunas características incluyen [4]:

- **Estructuras Planas:** Reducción de niveles jerárquicos para facilitar la comunicación y la rápida y eficiente toma de decisiones.
- **Autogestión:** Equipos que tienen la autonomía para tomar decisiones sin necesidad de aprobación de niveles superiores, fomentando la responsabilidad y el compromiso.
- **Colaboración y Trabajo en Equipo:** Enfoque en el trabajo multidisciplinario, donde se valora la diversidad de habilidades y perspectivas.

- **Enfoque en el Propósito:** Organizaciones que operan con un sentido claro de misión y valores, buscando un impacto positivo más allá del beneficio económico.
- **Adaptabilidad:** Capacidad de responder rápidamente a cambios en el mercado o en el entorno operativo, utilizando metodologías ágiles.
- **Tecnología y Digitalización:** Uso de herramientas digitales que facilitan la comunicación, el trabajo remoto y la colaboración en tiempo real.

## 1.2 Las compañías tecnológicas y las nuevas formas organizacionales

Las nuevas formas organizacionales han surgido en respuesta a la rápida evolución del entorno empresarial, impulsadas por la digitalización y la innovación tecnológica, permitiendo a empresas como **Spotify, Netflix, Amazon, Google, Microsoft, Twitter y Salesforce** adoptar estructuras ágiles, colaborativas y menos jerárquicas [8]. Estas compañías implementan equipos autónomos y multidisciplinarios que trabajan en ciclos cortos para innovar rápidamente y adaptarse a las tendencias del mercado. Además, promueven una cultura de innovación y aprendizaje continuo, donde se alienta a los empleados a experimentar [5]. La flexibilidad laboral, potenciada por el trabajo remoto, ha mejorado la satisfacción y retención del talento. Asimismo, hay un creciente enfoque en la sostenibilidad y la responsabilidad social, integrando prácticas responsables en su modelo de negocio. Estas organizaciones también utilizan tecnología avanzada para optimizar procesos y fomentar la colaboración externa, buscando alianzas con startups y universidades. En conjunto, estos enfoques reflejan una transformación hacia modelos dinámicos que mejoran la eficiencia operativa y crean entornos de trabajo más atractivos y sostenibles en la era digital [8].

## 1.3 Inteligencia Artificial Generativa

Las redes neuronales artificiales, inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano, están compuestas por elementos que imitan el comportamiento de las neuronas en sus funciones más básicas y se organizan de manera similar a como lo hace el cerebro. Estas redes han mejorado la capacidad de la inteligencia artificial (IA) para aprender de la información, replicando el proceso del órgano que las inspiró [9]. Derivando en tecnologías como la IAG la cual es una rama de la IA que se centra en la creación de contenido nuevo y original. Goodfellow define la IAG como un enfoque que utiliza dos redes neuronales en competencia: una que genera contenido y otra que evalúa la autenticidad del contenido generado. Esto permite crear datos nuevos y realistas al aprender de un conjunto de datos existente [10]. Por su parte Schmidhuber sugiere que la IAG no solo replica patrones existentes, sino que también puede innovar, creando nuevas combinaciones y soluciones. Destaca su potencial para generar arte, música y otros tipos de contenido [11]. En ese sentido, Bengio ha explorado el potencial de la IAG para modelar la complejidad del mundo real. Define la IAG como una herramienta poderosa para entender y simular fenómenos complejos, lo que puede tener aplicaciones en diversas áreas, desde la ciencia hasta el entretenimiento [10]. De igual forma, Musk ha expresado su visión sobre la IAG en términos de su impacto en la sociedad. Advierte sobre los riesgos de una IA que puede crear contenido de manera autónoma, señalando la necesidad de regulaciones y consideraciones éticas, especialmente en la generación de información y medios [12].

### 1.3.1 Aspectos clave de la inteligencia artificial generativa

1. **Funcionamiento:** Utiliza modelos de aprendizaje profundo, como redes neuronales generativas adversariales (GANs) y modelos de lenguaje como GPT, para aprender patrones a partir de grandes conjuntos de datos y generar nuevos ejemplos que sean coherentes con esos patrones.
2. **Aplicaciones:**
  - **Texto:** Creación de artículos, historias, poesía, y chatbots conversacionales.
  - **Imágenes:** Generación de arte, edición de fotos, y creación de imágenes a partir de descripciones textuales.
  - **Música:** Composición de canciones y melodías.
  - **Videojuegos:** Generación de entornos y personajes de manera procedural.

3. **Impacto:** La (IAG) está transformando industrias creativas, facilitando la producción de contenido y aumentando la eficiencia. También plantea preguntas éticas sobre la propiedad intelectual y la autenticidad del contenido generado.
4. **Desafíos:** A pesar de sus ventajas, hay preocupaciones sobre el uso indebido, como la creación de desinformación o contenido ofensivo, así como la necesidad de supervisión y control en su implementación.

La (IAG) representa una frontera desafiante en el campo de la IA, con un amplio potencial para innovar y transformar diversas disciplinas [1].

## 1.4 La ética en la inteligencia artificial

Los especialistas en IA abordan la ética desde diversas perspectivas, enfatizando la necesidad de establecer la responsabilidad y la rendición de cuentas en las decisiones tomadas por sistemas de IA, así como la importancia de la transparencia en su funcionamiento para generar confianza [13]. La preocupación por los sesgos en los datos de entrenamiento es prominente, ya que estos pueden perpetuar desigualdades y discriminación en sectores críticos como el empleo y la justicia. Además, la recopilación y uso de datos personales plantean serias preocupaciones éticas, lo que hace necesaria la implementación de prácticas robustas de protección de datos [14]. Los efectos de la automatización y la IA en el empleo son igualmente relevantes, ya que los expertos sugieren anticipar y mitigar la pérdida de trabajos mediante la capacitación y reeducación. Asimismo, la capacidad de la IA para generar contenido convincente puede ser utilizada para difundir desinformación, lo que requiere estrategias para combatir este riesgo [15]. Finalmente, algunos especialistas subrayan la importancia de desarrollar la IA de manera sostenible, considerando su impacto ambiental y social a largo plazo, priorizando así la responsabilidad, la transparencia y la equidad para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos de esta tecnología [16].

## 1.5 Dimensiones éticas de la inteligencia artificial

Una dimensión ética se refiere a un aspecto o área específica de consideración moral que guía el comportamiento humano y las decisiones en un contexto determinado. Estas dimensiones son fundamentales para comprender cómo se formulan juicios éticos y se toman decisiones responsables [17]. En el ámbito de la ética, abarcan factores como la justicia, la responsabilidad, la transparencia, la equidad y la privacidad, que influyen en lo que se considera correcto o incorrecto. Al analizar una situación, es esencial evaluar estas dimensiones para asegurarse de que las decisiones se alineen con valores morales y principios éticos, promoviendo así un comportamiento consciente y responsable [18]. Con base en lo antes dicho en el contexto de la IA han surgido las dimensiones que se describen a continuación:

Las dimensiones éticas de la IA abarcan varios aspectos fundamentales que son esenciales para su desarrollo y uso responsable. Entre ellos se encuentran la **responsabilidad y rendición de cuentas**, que aborda quién es responsable de las decisiones tomadas por los sistemas de IA y cómo se asegura que haya mecanismos para rendir cuentas. La **transparencia** es crucial para que los algoritmos y sus decisiones sean comprensibles y accesibles para los usuarios. También es importante la **justicia y equidad**, garantizando que los sistemas no perpetúen sesgos ni discriminen a ciertos grupos. La **privacidad** se refiere a la protección de datos personales y la gestión ética de la información recopilada. Además, la **seguridad** es necesaria para proteger los sistemas de IA contra usos malintencionados. El **impacto social** considera cómo la IA afecta a la sociedad, incluyendo su efecto en el empleo y la economía. La **desinformación** aborda el riesgo de que la IA se utilice para crear contenido engañoso, mientras que la **sostenibilidad** evalúa el impacto ambiental y social de estas tecnologías. Finalmente, el **consentimiento informado** asegura que los usuarios comprendan cómo se utilizan sus datos y la tecnología de IA, promoviendo un uso ético y responsable [18].

## 2 METODOLOGÍA

La metodología adoptada en el desarrollo de este artículo facilitó una exploración exhaustiva y rigurosa del tema de los retos éticos asociados con la IAG. A través de un proceso que incluyó la revisión de literatura, la formulación de preguntas de investigación, y la recolección y análisis de datos, se logró abordar de manera integral las complejidades éticas en este ámbito. Cada etapa del proceso se llevó a cabo con un



enfoque sistemático y cuidadoso, lo que permitió profundizar en los diferentes aspectos éticos que surgen con la implementación de la IAG en entornos organizacionales. Este enfoque no solo contribuye a una mejor comprensión del tema, sino que también establece un marco sólido para futuras investigaciones en esta área en constante evolución. De esta manera, se busca cimentar bases que puedan guiar el desarrollo de políticas y prácticas éticas en el uso de la IA.

### 2.1.1 *Revisión de Literatura*

La primera etapa de la metodología consistió en la revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el tema en cuestión. En este caso, se llevó a cabo una revisión de estudios previos que abordan tanto la IAG como los aspectos éticos relacionados con su uso en entornos organizacionales. Este proceso implicó: La búsqueda de fuentes, categorización de la información y análisis crítico.

### 2.1.2 *Formulación de preguntas de investigación.*

Una vez completada la revisión de la literatura, se formularon preguntas de investigación las cuales guiarían el desarrollo de este artículo. Las preguntas se basaron en las tendencias y preocupaciones identificadas en la literatura. Con base en lo anterior, se obtuvieron las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿De qué manera pueden las organizaciones garantizar la transparencia en los procesos de toma de decisiones automatizados?
2. ¿Cómo afecta la propiedad intelectual a la creatividad en el uso de la IAG?
3. ¿Qué medidas se pueden implementar para mitigar el riesgo de desinformación generada por la IAG?

### 2.1.3 *Recolección de datos.*

**Entrevista:** Se diseñó una entrevista semiestructurada dirigida a profesionales y académicos en el campo de la IA, ética y gestión organizacional. Cada entrevista tuvo una duración de entre 30 y 45 minutos aproximadamente. La entrevista se estructuró en un guión de cuatro ejes derivados de las preguntas de investigación formuladas previamente, los cuales se detallan a continuación:

- a. Eje n° 1: Conocimiento general del tema.
- b. Eje n° 2: La IAG en la cultura de las nuevas formas organizacionales.
- c. Eje n° 3: La ética y su alcance respecto a la IAG.
- d. Eje n° 4: Preocupaciones e inquietudes relacionadas con el tema.

Esta herramienta permitió recopilar opiniones y experiencias de expertos sobre los desafíos éticos de la IAG.

**Análisis de Datos Secundarios:** Se revisaron informes, documentos y marcos normativos de entidades que regulan el uso de la IA y la ética en la tecnología. Esto ayudó a contextualizar el análisis dentro de un marco más amplio.

### 2.1.4 *Análisis de resultados.*

**Categorización Temática:** Los datos se organizaron en categorías que reflejan los principales desafíos éticos identificados en la revisión de literatura. Esto facilitó la comparación entre la teoría y la práctica.

**Análisis Comparativo:** Se realizó un análisis comparativo entre las respuestas obtenidas de los expertos y las soluciones propuestas en la literatura. Esto permitió identificar coincidencias y discrepancias, así como evaluar la eficacia de las estrategias sugeridas.

**Reflexión Crítica:** Se llevó a cabo una reflexión crítica sobre los datos y las fuentes consultadas, evaluando cómo se alinean con las preguntas de investigación formuladas y qué nuevas perspectivas podrían emerger.

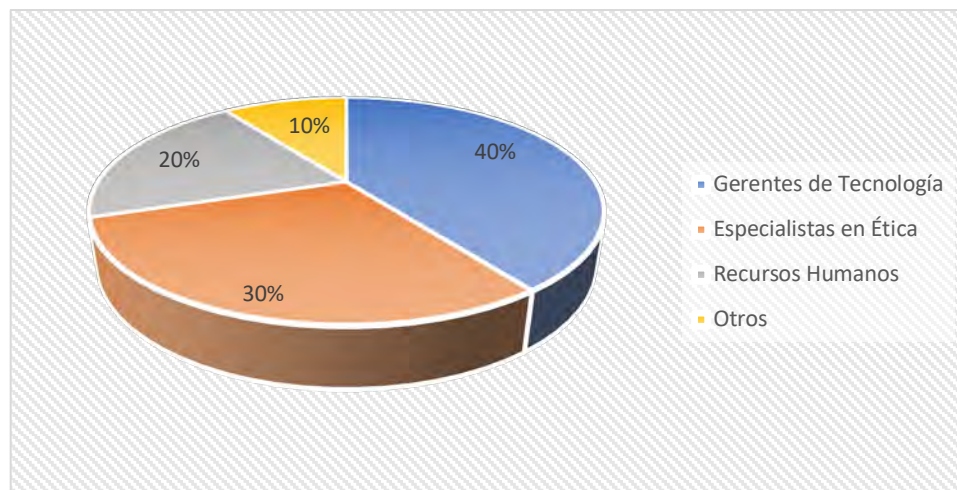
## 3 RESULTADOS

Para obtener una comprensión más profunda de las percepciones y experiencias de los profesionales en el campo de la IAG, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con un grupo diverso de 20 expertos

[Tabla 1]. Este grupo incluyó gerentes de tecnología, especialistas en ética y representantes de recursos humanos, quienes aportaron diferentes perspectivas sobre el uso y los desafíos de la IA en sus respectivas áreas [Gráfico 1].

*Tabla 1: Perfil de los Entrevistados.*

Categoría	Número de Entrevistados
Gerentes de Tecnología	8
Especialistas en Ética	6
Recursos Humanos	4
Otros	2
Total	20



*Gráfico 1: Porcentaje por perfil de los entrevistados.*

Las entrevistas fueron diseñadas para explorar no solo los beneficios de la IAG, sino también las preocupaciones éticas y operativas que surgen con su implementación. A lo largo de las conversaciones, los expertos compartieron sus experiencias y reflexiones sobre temas como la transparencia en los algoritmos, la necesidad de políticas claras sobre propiedad intelectual y los riesgos de desinformación. Además, se discutieron las implicaciones para el empleo y la importancia de abordar los sesgos en los datos.

A continuación, se presentan los resultados de estas entrevistas, que ofrecen una visión detallada y matizada de las inquietudes y expectativas de los profesionales en relación con la IAG.

Éstas revelaron varios desafíos éticos significativos asociados con la IAG, los cuales son cruciales para comprender su impacto en las organizaciones modernas. Los expertos coincidieron en que la integración de la IAG plantea preocupaciones complejas que van más allá de su implementación técnica. Entre los desafíos destacados, se mencionaron temas como la propiedad intelectual, donde la falta de claridad sobre la autoría del contenido generado suscita incertidumbres legales. También se discutieron los riesgos de desinformación, ya que la capacidad de la IAG para crear contenido convincente puede ser utilizada de manera malintencionada. Además, la falta de transparencia en los procesos de toma de decisiones automatizadas genera inquietudes sobre la rendición de cuentas. Otros desafíos incluyen la protección de la privacidad de los datos y la posible perpetuación de sesgos. A continuación, se muestra una tabla que resume los principales desafíos mencionados por los entrevistados, proporcionando una visión clara de estas preocupaciones [Tabla 2].

Tabla 2: Desafíos éticos de la IAG.

Desafío ético	Número de menciones
Propiedad intelectual	15
Desinformación	12
Falta de transparencia	10
Privacidad y seguridad de datos	14
Uso malintencionado de contenido	8

### 3.1.1 Análisis de resultados.

Con base en el análisis de los datos presentados en la [Tabla 2], a continuación se presentan los resultados obtenidos del [Gráfico 2]:

Los resultados de las entrevistas indican que la **propiedad intelectual** es el desafío ético más mencionado, con un 75% de los entrevistados señalando su preocupación. Esto resalta la incertidumbre que rodea quién posee el contenido generado por IA y las implicaciones legales que esto conlleva.

La **desinformación** fue otro tema de preocupación significativo, mencionado por el 60% de los expertos. Los entrevistados expresaron su temor de que la capacidad de la IAG para crear contenido convincente pueda ser utilizada para engañar a los consumidores o manipular la opinión pública.

La **falta de transparencia** en los procesos de toma de decisiones automatizados también se destacó, con un 50% de menciones. Muchos entrevistados señalaron la necesidad de que las organizaciones sean más claras sobre cómo se utilizan los algoritmos y qué datos alimentan las decisiones.

El **uso mal intencionado de contenido** con el 40% de menciones, ha sido uno de los temas expuestos por los expertos debido a que afirman que en la actualidad la IAG puede generar desde contenido fraudulento hasta datos para la suplantación de identidad lo que implica a delitos de carácter jurídicos graves.

Finalmente, la **privacidad y seguridad de datos** fueron señaladas por el 70% de los entrevistados como una preocupación crítica, enfatizando la necesidad de manejar la información personal de manera responsable y ética.

Los hallazgos obtenidos a través de las entrevistas subrayan la importancia de abordar los desafíos éticos de manera proactiva. Las organizaciones deben establecer políticas claras y marcos de trabajo que aborden estas preocupaciones, promoviendo una cultura de responsabilidad y transparencia. Además, las entrevistas sugieren que una mayor capacitación y concienciación sobre el uso ético de la IAG es crucial para mitigar los riesgos identificados.

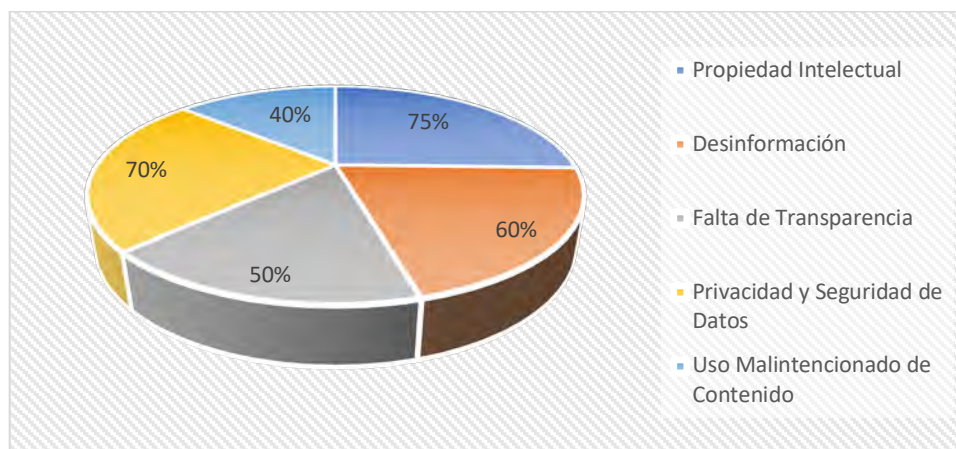


Gráfico 2: Porcentaje por desafío ético.

Basado en los resultados, se recomienda a las organizaciones implementar estrategias que permitan:

1. **Desarrollar marcos legales claros** sobre la propiedad intelectual relacionada con el contenido generado por IA.
2. **Implementar sistemas de verificación** para identificar y mitigar la desinformación.
3. **Promover la transparencia** en los procesos de decisión automatizados, asegurando que los empleados y consumidores comprendan cómo se toman las decisiones.
4. **Establecer políticas robustas** para la protección de datos y la privacidad, cumpliendo con normativas vigentes.
5. **Crear mesas de trabajo y foros consultivos** que involucren tanto a las organizaciones como gobiernos y desarrolladores con el propósito de generar estrategias para hacer frente al uso malintencionado de contenido.

## 4 CONCLUSIONES

La IAG representa una de las innovaciones más prometedoras y disruptivas en el ámbito tecnológico, especialmente en el contexto de las nuevas formas organizacionales. Sin embargo, su adopción y uso plantean un conjunto complejo de desafíos éticos que deben ser abordados de manera integral.

La metodología de investigación empleada en este artículo ha permitido desentrañar estos desafíos, ofreciendo una comprensión más profunda de las implicaciones de la IAG en las organizaciones contemporáneas.

Con base en la reflexión crítica sobre los datos emitidos en las entrevistas y en las fuentes literarias consultadas, evaluando cómo se alinean con las preguntas de investigación formuladas y qué nuevas perspectivas podrían emerger. Se encontraron los siguientes hallazgos:

Uno de los hallazgos más significativos es la ambigüedad que rodea la propiedad intelectual. La capacidad de la IAG para generar contenido original plantea preguntas cruciales sobre la autoría y los derechos de uso. A medida que las organizaciones dependen cada vez más de herramientas generativas para producir textos, imágenes y otros formatos de contenido, surge la necesidad de establecer marcos legales claros que definan quién es el propietario del contenido generado.

Esta situación se complica aún más en un entorno donde la colaboración y el trabajo en equipo son la norma, lo que podría dar lugar a disputas sobre la autoría y la propiedad de las creaciones generadas por algoritmos. La falta de claridad en este aspecto no solo puede generar conflictos legales, sino también desincentivar la innovación y la creatividad, ya que los creadores pueden sentirse desmotivados si no están seguros de poder beneficiarse de su trabajo.

La desinformación es otro desafío ético significativo que se ha destacado en este trabajo de investigación. La capacidad de la IAG para crear contenido que parece auténtico puede ser utilizada de manera malintencionada para difundir información errónea, lo que puede tener consecuencias perjudiciales tanto a nivel organizacional como societal. La proliferación de noticias falsas y la manipulación de imágenes y videos pueden socavar la confianza pública en las instituciones y las organizaciones, afectando su reputación y credibilidad. Por lo tanto, es fundamental que las organizaciones adopten políticas proactivas para mitigar estos riesgos. Esto incluye no solo la implementación de herramientas tecnológicas que puedan identificar y flagrar contenido generado por IA, sino también la creación de una cultura organizacional que priorice la ética y la responsabilidad en el uso de estas tecnologías.

La transparencia y la responsabilidad son pilares críticos en la adopción de la IAG. A medida que las decisiones se automatizan y los algoritmos influyen en la estrategia organizacional, la falta de claridad sobre cómo se toman esas decisiones puede generar desconfianza entre los empleados y los stakeholders. Las organizaciones deben esforzarse por ser transparentes en el uso de la IAG, documentando los procesos y decisiones generadas por estas tecnologías. Esto no solo fomenta la confianza, sino que también permite la rendición de cuentas, un elemento esencial en la ética organizacional. La implementación de auditorías y revisiones periódicas puede ayudar a asegurar que la IAG se esté utilizando de manera justa y responsable.

En cuanto a la privacidad y la seguridad de los datos, el uso de información personal para entrenar modelos de IAG presenta riesgos significativos. Las organizaciones deben ser proactivas en la protección de la privacidad de los individuos, estableciendo protocolos claros sobre cómo se manejan y procesan los datos. La adopción de regulaciones como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa es un paso en la dirección correcta, pero las organizaciones deben ir más allá de la mera conformidad, adoptando prácticas que prioricen la ética y el respeto por la privacidad.

El uso malintencionado de contenido generado por IAG es un desafío que involucra tanto riesgos éticos como sociales. A medida que estas herramientas se vuelven más accesibles y poderosas, es crucial que las organizaciones, gobiernos y desarrolladores trabajen en conjunto para mitigar estos riesgos, garantizando que estas tecnologías se utilicen de manera responsable y a favor de la sociedad, no en su contra.

Es esencial que las organizaciones involucren a una amplia variedad de partes interesadas en el desarrollo y la implementación de la IAG. Esto incluye no solo a expertos en tecnología y ética, sino también a empleados, clientes y miembros de la comunidad. La inclusión de diversas perspectivas puede ayudar a identificar y abordar desafíos éticos desde múltiples ángulos, garantizando que las soluciones sean efectivas y comprensivas.

Por todo ello, la IAG tiene el potencial de transformar radicalmente las nuevas formas organizacionales, pero su implementación debe ir acompañada de una reflexión ética profunda y una responsabilidad activa. La metodología de investigación utilizada en este artículo ha proporcionado un marco para explorar estos desafíos éticos y resaltar la necesidad de un enfoque proactivo y colaborativo en la adopción de estas tecnologías. A medida que avanzamos hacia un futuro donde la IAG será cada vez más común, es crucial que las organizaciones aborden estas cuestiones éticas de manera integral, asegurando que su uso beneficie a la sociedad en su conjunto y fomente un entorno de trabajo justo y ético. Solo así se podrá aprovechar al máximo el potencial de la IAG, promoviendo la innovación y el crecimiento sostenible en el contexto organizacional.

## REFERENCIAS

- [1] C. García Romero y O. Buzón García, *Tecnologías emergentes aplicadas a las metodologías activas en la era de la inteligencia artificial*, 1. Madrid: Dykinson, 2023.
- [2] Y. L. Alvarado Peña, C. Ávila y J. A. Barón Chivara, *La era de la transformación digital de las organizaciones y su impacto en la competitividad*. Bogotá: Fundación Universitaria Los Libertadores, 2021.
- [3] L. Floridi y J. Anta, *Ética de la Inteligencia Artificial: principios, retos y oportunidades*, 1. Herder Editorial, 2024.
- [4] H. Mintzberg, *Structure in Fives: Designing Effective Organizations*. Prentice Hall, 1983.
- [5] G. Hamel, *The Future of Management*. Harvard Business Review Press, 2006.
- [6] F. Laloux, *Reinventar las organizaciones*. Nelson Parker, 2014.
- [7] D. Pink, *Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us*. Riverhead Books, 2009.
- [8] L. Rouhiainen, *Inteligencia artificial para los negocios: 21 casos prácticos y opiniones de expertos*, 1. Madrid: Difusora Larousse - Anaya Multimedia, 2021.
- [9] K. Castillo, J. Aguilar, J. Robles y R. Verde, Implementación de una Inteligencia Artificial para la Interpretación de la Prueba Proyectiva "MACHOVER" Basada en Redes Neuronales Artificiales. (2023). *Revista Digital De Tecnologías Informáticas Y Sistemas*, 7(1), 86-93. <https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.139.86-93>
- [10] Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. MIT Press, 2016.
- [11] J. Schmidhuber, "Deep Learning in Neural Networks: An Overview," *\*Neural Networks\**, vol. 61, pp. 85-117, Jan. 2015.

- [12] E. Musk, "The Danger of AI is Much Greater than Nuclear Warheads." *Nautilus*, <https://nautil.us/issue/13/technology/the-danger-of-ai-is-much-greater-than-nuclear-warheads>
- [13] A. Viglianisi Ferraro, L. D. Aboim Machado y B. Gnela, Tratado de inteligencia artificial y derecho en el nuevo milenio, 1. Santiago de Chile: Ediciones Olejnik, 2022.
- [14] A. Mozo Seoane, Los límites de la tecnología: marco ético y regulación jurídica, 1. Madrid: Editorial Reus, 2021.
- [15] M. Coeckelbergh, Ética de la inteligencia artificial, 1. Madrid: Difusora Larousse - Ediciones Cátedra, 2021.
- [16] S. Degli-Esposti, La ética de la inteligencia artificial, 1. Madrid: Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2023.
- [17] M. Bermúdez Vázquez y A. Sánchez Cotta, Tecnofilosofía: reflexión filosóficas, inteligencia artificial y ciencia, 1. Madrid: Dykinson, 2023.
- [18] J. I. Solar Cayón, Dimensiones éticas y jurídicas de la inteligencia artificial en el marco del Estado de Derecho. Madrid: Editorial Universidad de Alcalá, 2021.

# DISEÑO DE PIEZAS MODELADAS CON IMPRESORA 3D PARA CLASE LÚDICAS DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

Luis Antonio Vera Ramírez<sup>1</sup>, Yennifer Díaz Romero<sup>1</sup>, Víctor Manuel Martínez García<sup>1</sup>, Jesús Alfredo Ramírez Aviña<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)

## Resumen

El siguiente artículo presenta los resultados de la implementación de una práctica lúdica donde se utilizó la herramienta de Impresora 3D para la generación de figuras geométricas, con la finalidad de buscar incrementar el interés del estudiante en las materias de Matemáticas y Física, esto en gran medida porque los estudiantes presentan nuevas formas para aprender. Al diseñar y obtener las figuras físicas en 3D, se sienten motivados para asumir retos mientras adquieren conocimientos relacionados con las materias. Como conclusión de esta investigación tenemos que este interés se basa en varias razones fundamentales donde destacan la importancia de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje: La impresión 3D permite a los estudiantes diseñar y crear objetos tridimensionales, lo que fomenta la creatividad y pueden materializar sus ideas de manera tangible, lo que les proporciona una experiencia práctica y motivadora.

Palabras clave: Enseñanza, impresión 3D, práctica lúdica.

## Abstract

The article presents the results of the implementation of a playful practice where the 3D Printer tool was used to generate geometric figures, with the purpose of to increase the student's interest in the subjects of Mathematics and Physics, this to a large extent because students present new ways to learn. By designing and obtaining physical figures in 3D, they are motivated to take on challenges while acquiring subject-related knowledge. As a conclusion of this research, we have that this interest is based on several fundamental reasons that highlight the importance of technology in the teaching-learning process: 3D printing allows students to design and create three-dimensional objects, which encourages creativity and can materialize their ideas in a tangible way, which provides them with a practical and motivating experience.

Keywords: Teaching, 3D Printing, playful practice.

## 1 INTRODUCCIÓN

Aprendizaje es uno de los conceptos centrales en la investigación. A la importancia que este concepto pueda tener en la vida. Detrás de cada sistema educativo, de cada técnica de estudio, y de cada actitud ante la vida hay un modelo de aprendizaje.

Este proyecto que surge entorno a una práctica docente diferente a la estándar y al mundo de la impresión 3D. Esta tecnología de fabricación va a ser extensamente utilizada debido a las grandes ventajas que ofrece como es el fomento a la creatividad y la innovación, aprendizaje práctico, interdisciplinariedad, así como el interés y motivación.

El proyecto de diseño de piezas modeladas con una impresora 3D para clase didáctica de matemáticas y física de la Unidad Académica Preparatoria Antonio Rosales y Rubén Jaramillo, se inscribe en la Línea de Investigación referente a la Formación Estudiantil, con una metodología para clase didáctica y diseño de piezas modeladas con impresora 3D, las características y aplicación de las mismas por alumnos.

Y con esto, llevar a cabo una práctica docente diferente a la estándar para los alumnos de las Unidades Académicas Antonio Rosales y Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa que conlleve a un aprendizaje significativo de los contenidos temáticos, interés y el desarrollo de la creatividad.

Las evaluaciones nacionales, regionales e internacionales de aprendizaje indican que en muchos países de la región al menos la mitad de los alumnos no comprende un texto sencillo o no puede resolver un problema matemático básico [1].

La problemática se presenta en las materias de matemáticas y física, esencialmente cuando los estudiantes no logran relacionar las ecuaciones de varias variables con su representación como lo mencionan “estas actividades resultan ser difíciles para los estudiantes, ya que, para poder realizar estas relaciones, los estudiantes necesitan acudir a la visualización” [2], dificultando el poder proponer y encontrar soluciones a ejercicios del cálculo de áreas y volúmenes. La visualización para ejercicios de una dimensión (1D) así como también de dos dimensiones (2D) pueden ser abordados en el aula por el profesor de manera sencilla en un pizarrón o una presentación y el estudiante puede con relativa facilidad entender, reproducir y utilizar la información para plantear soluciones. Para el caso de la visualización de ejercicios en tres dimensiones (3D) abordarlos en aula se vuelve un verdadero reto para el profesor, transmitir el concepto que representa una superficie en 3D, y para el estudiante puede volverse una idea abstracta difícil de comprender, no reproducible y complicado de utilizarlo para el planteamiento de una solución.

En la práctica docente del área de física y matemáticas, los alumnos muestran una apatía a la forma actual de aprender los conocimientos significativos en el aula estas materias, falta de motivación, interés y practicidad son algunas de las causas, como consecuencia de estos se implementará una práctica lúdica utilizando la herramienta de impresión en 3D, donde el alumno encontrará sentido a los conceptos y contenidos que el maestro quiere comunicar.

El utilizar las impresoras 3D como herramientas educativas, puede permitir al docente ampliar el abanico de posibilidades a la hora de planificar y diseñar actividades, pudiendo ofrecer a los alumnos un mayor protagonismo en la experiencia de enseñanza-aprendizaje al tener un papel más activo al interactuar con las nuevas tecnologías, facilitando de esta forma que experimenten aprendizajes significativos [3].

Con el transcurso de los años y el avance de la tecnología, la impresión 3D se ha dado a conocer en la sociedad. Cada vez más es más utilizada en el ámbito del aprendizaje este tipo de tecnología para crear prototipos para la enseñanza.

En la actualidad, ya es una tecnología completamente distinta, que tiene un gran campo de aplicación y que va creciendo por momentos, lo que conlleva que los costes vayan siendo cada vez más asequibles [4]. Esto implica, que, hoy en día, se utilicen en ámbitos tan dispares como pueden ser la industria de fabricación, la automoción, la aeronáutica, la medicina o incluso la docencia.

Es donde surgen las preguntas: ¿Cómo los estudiantes aumentan su interés en las materias de matemáticas y física con la implementación de una práctica lúdica?, ¿Cómo los estudiantes aumentan su interés mediante la utilización de la herramienta de impresión 3D? y ¿Cómo los estudiantes aumentan el aprendizaje significativo en las materias de matemáticas y física?, dando paso a el objetivo general que es: Aumentar el interés del estudiante en las materias de matemáticas y física, esto logrando aumentar el interés del estudiante mediante la utilización de la herramienta de impresión 3D y el aprendizaje significativo en las materias de matemáticas y física.

El aprendizaje de las matemáticas es una actividad constructiva y de razonamiento, de modo que el alumno logre que los objetos matemáticos y físicos adquieran su significado. Lo cual contradice la idea de que los alumnos simplemente absorben el conocimiento [5].

La función de este proyecto es que el alumno diseñe su propio material con las pautas a seguir que dispondrá. La ventaja que se tiene es que con la impresora 3D podrá fabricar dicho material al momento en un tiempo relativamente corto en función de la geometría y los parámetros que se le imponga.

La tecnología de impresión 3D aún no está implementada en las Unidades Académicas Antonio Rosales y Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Con esta práctica intentaremos unir el diseño con una impresora 3D en una práctica docente entre las áreas de matemáticas y física.

La impresión 3D, es una de las principales tecnologías para el futuro de la fabricación en cualquier campo y este es uno de los mayores motivos para hacer este proyecto. Se pretende que en un futuro se cambie por completo el proceso de fabricación de prototipos y componentes para cualquier sector.



## 1.1 Teorías del aprendizaje

Aprendizaje es uno de los conceptos centrales en la investigación. A la importancia que este concepto pueda tener en la vida. Detrás de cada sistema educativo, de cada técnica de estudio, y de cada actitud ante la vida hay un modelo de aprendizaje.

Una de la definición de aprendizaje es la que nos dice, “El aprendizaje es un cambio relativamente permanente en el comportamiento, que refleja una adquisición de conocimientos o habilidades a través de la experiencia y que puede incluir el estudio, la instrucción, la observación o la práctica. Los cambios en el comportamiento son razonablemente objetivos y por lo tanto pueden ser medidos” [6].

Conductismo: Comienza a principios del siglo XX. Pretende enfocar la psicología de un modo científico, como una ciencia natural más, reaccionando así contra las corrientes mentalistas que estudiaban la introspección. Por ello, los conductistas intentan estudiar las conductas observables y medibles de un individuo. Se toma animales como un punto de partida para la investigación y se da por supuesta la continuidad hombre-animal. Trata de explicar el comportamiento como una serie de estímulos y respuestas. Sus autores más importantes son Pávlov, Watson, Skinner y Hull [7]. Constructivismo: El constructivismo posmoderno considera que el cerebro no es un mero recipiente donde se depositan las informaciones, sino una entidad que construye la experiencia y el conocimiento los ordena y da forma. Éste es un planteamiento netamente kantiano. Según las ideas constructivistas el aprendizaje, no es un sencillo asunto de transmisión y acumulación de conocimientos, sino un proceso dinámico, activo, transformador, creativo y crítico por parte del alumno que ensambla, extiende, restaura e interpreta, y por lo tanto "construye" conocimientos partiendo de su experiencia e integrándola con la información que recibe. Esto hace cambiar de lo memorístico a lo comprensivo, de la repetición a lo crítico, de la asimilación a lo creativo [8]. El Modelo Constructivista está centrado en la persona, en sus experiencias previas de las que realiza nuevas construcciones mentales. La psicología cognitiva, es hoy en día, la corriente dominante en la psicología contemporánea, lo cual se refleja, tanto en los contenidos de las revistas psicológicas y el surgimiento de teorías y programas de intervención compatibles con las ideas axiales de las ciencias cognitivas, como en los diversos ámbitos de la psicología aplicada, como la psicología clínica, educativa, social, organizacional, etc. Cabe destacar, que se han propuesto y desarrollado modelos teóricos y prácticos desde la psicología cognitiva, con una importante repercusión en la psicología y la sociedad [9].

## 1.2 Aplicación de la modelación 3D

En términos de educación y de la forma de enfocar las metodologías de enseñanza, hay un claro predominio en la actualidad de enfoques innovadores. Dichos enfoques buscan transformar los paradigmas tradicionales [3]. El origen de la metodología de aprendizaje con enfoques innovadores parte del Constructivismo, que fue evolucionando a partir de las contribuciones de educadores y psicólogos tales como Vygotsky, Piaget, Dewey o Bruner.

Todo conocimiento aprendido en un contexto natural y apropiado será más fácilmente conservado y el logro de esta contextualización necesaria, no se consigue únicamente comprando una impresora 3D y colocándola en el aula, es necesario crear y trabajar proyectos que faciliten esa contextualización a los alumnos [10]. En el 2013, a través del trabajo colaborativo de las facultades de Educación y de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Virginia se estableció una Escuela-Laboratorio de Fabricación Avanzada con la finalidad de desarrollar prácticas educativas eficaces a partir de impresoras 3D [10]. Como ejemplo de logro por parte de esta Escuela-Laboratorio [10] señalan un proyecto conjunto realizado con el Smithsonian, en el que se fabricaron mecanismos físicos para el uso educativo.

En la actualidad se pueden encontrar ejemplos reales de usando impresoras 3D, un ejemplo de buenas prácticas llevado a cabo por la [11] consistía en la construcción en un colegio de primaria de Virginia, de una catapulta 3D por parte de los alumnos. Con ello, los estudiantes trabajaban los conceptos de fuerza, velocidad y las ecuaciones de velocidad lineal.

[12] ha subvencionado un proyecto desarrollado denominado “Proyecto Gutenberg3D” en el cual 11 institutos de Educación Secundaria trabajan la mejora del aprendizaje multidisciplinar a través del montaje, puesta en marcha e impresión en 3D de piezas para su uso en diferentes áreas, materias o módulos de diferentes etapas educativas. Dentro de los proyectos, hay ejemplos de buenas prácticas en las que los alumnos, además de trabajar sus competencias, ayudan de forma social a personas con necesidades. En

dicho proyecto, colaboran dos de los institutos y consiste en imprimir manos protésicas con las impresoras y donarlas a la persona que lo necesite; este proyecto internacional se denomina “enablingthefuture” [13].

### 1.3 La tecnología de impresión 3D y su relevancia en la enseñanza de matemáticas y física

La tecnología de impresión 3D ha surgido como una herramienta revolucionaria en diversas disciplinas, y su impacto en la educación no se queda atrás. En particular, la enseñanza de las matemáticas y física ha experimentado un cambio significativo gracias a esta tecnología. Tecnología de Impresión 3D transformando la enseñanza de la matemáticas y física con gran relevancia en la educación contemporánea. Permite a los educadores crear modelos tridimensionales de conceptos matemáticos abstractos, lo que facilita la comprensión de estos conceptos por parte de los estudiantes. En lugar de depender exclusivamente de representaciones bidimensionales en pizarrones o libros de texto, los profesores pueden imprimir modelos 3D de figuras geométricas, gráficos de funciones, fractales y otros objetos. Esto brinda a los estudiantes la oportunidad de interactuar esencialmente con estos objetos, lo que mejora su comprensión conceptual. Investigaciones recientes respaldan la eficacia de la Tecnología de Impresión 3D en la enseñanza de las matemáticas y de física. Según, la introducción de modelos impresos en 3D en el aula condujo a un aumento significativo en el rendimiento de los estudiantes en las pruebas de geometría en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza [14]. Esto sugiere que la Tecnología de Impresión 3D no solo hace que las matemáticas sean más accesibles, sino que también mejora el aprendizaje y la retención de conceptos. Además, la Tecnología de Impresión 3D fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Los estudiantes pueden diseñar sus propios modelos matemáticos y experimentar con diferentes variables. lo que les permite explorar conceptos abstractos de manera activa. Esto coincide con la idea sobre el aprendizaje mediante la construcción, es importante debido a que los estudiantes adquieren conocimientos mediante la relación del estudio con las experiencias y motivaciones vividas diariamente a través del tiempo. Por esta razón, se puede decir que aquellos conocimientos obtenidos por los estudiantes al ser significativos durarán para toda la vida. [15]. La Tecnología de Impresión 3D también facilita la personalización del aprendizaje. Los profesores pueden adaptar los modelos 3D a las necesidades individuales de los estudiantes. Por ejemplo, pueden crear modelos específicos para ayudar a los estudiantes con dificultades de aprendizaje a comprender mejor ciertos conceptos.

## 2 METODOLOGÍA

La investigación fue de campo con un enfoque cuantitativo donde se explica la relación entre el uso de la impresora 3D en el aula y el rendimiento académico.

La variable independiente es la práctica lúdica utilizando la herramienta de impresión 3D que permita a los alumnos del bachillerato de las unidades académica preparatoria Antonio Rosales y Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, aprender matemáticas y física conforme a los programas educativos vigentes de una manera lúdica. Situando en el contexto de las unidades académicas preparatoria Antonio Rosales y Rubén Jaramillo, se considera que las fuentes de las que se obtendrá información serán los propios alumnos en las materias de matemáticas y física ya que la investigación se realizó en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa con la totalidad de alumnos de los grupos de segundo 2-12 del tercer semestre de la unidad académica preparatoria Antonio Rosales y 2-3 del cuarto semestre de la unidad académica preparatoria Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, durante el ciclo escolar 2022-2023.

Se consideró que; lo más adecuado para obtener la información es la técnica de encuesta. Según Naresh K. Malhotra, las encuestas son entrevistas con un gran número de personas utilizando un cuestionario prediseñado. Según el mencionado autor, el método de encuesta incluye un cuestionario estructurado que se da a los encuestados y que está diseñado para obtener información específica.

Aplicando el instrumento del cuestionario: el cuestionario es la técnica de recogida de datos más empleada en investigación, porque es menos costosa, permite llegar a un mayor número de participantes y facilita el análisis. El cuestionario es un instrumento que deriva de la técnica de la encuesta.

Este proyecto se desarrolló en 3 Etapas: Formación y aprendizaje del uso de esta tecnología. Las impresoras 3D son dispositivos capaces de crear objetos tridimensionales a partir de un modelo diseñado con computadora mediante programas CAD (Computer Aided Design) o diseño asistido por computadora.

En cuanto al proceso de formación y aprendizaje del uso de esta tecnología, si bien hay ciertas dificultades para conseguir un nivel de aprendizaje avanzado, para alcanzar un nivel básico en el que se puedan desarrollar los primeros prototipos no se requiere una curva de aprendizaje excesivamente larga.

A modo de resumen, el proceso de formación para capacitarse en esta tecnología requirió introducción a la Fabricación Aditiva. En esta fase se aprendieron las bases de lo que sería la fabricación aditiva, su concepto y los materiales utilizados. Aprendizaje de un software para el modelado tridimensional. Para poder imprimir un objeto 3D antes hay que definir, crear y modelar el objeto. Para ello existen diversos programas, unos gratuitos y otros comerciales, que permiten realizar esta labor.

Generación de los procesos. Una vez concluida la etapa uno de formación y aprendizaje del uso de esta tecnología se procedió a la generación de los procesos a realizar por parte de los estudiantes objeto de estudio para este proyecto. Generando los manuales de los procesos a seguir.

Implementación de los procedimientos y aplicación de estos. Una vez con la población objeto de estudio los grupos 2-12 de Preparatoria Antonio Rosales y 2-3 de Preparatoria Rubén Jaramillo, se procedió a realizar los procesos previamente establecidos. El grupo 2-12 de la Unidad académica preparatoria Antonio Rosales en la materia de matemáticas trabajó la Unidad III Semejanza de triángulos y teorema de Pitágoras mediante el uso de las herramientas de software de diseño e impresora 3D con los procesos previamente establecidos. El Grupo 2-3 de la Unidad Académica Preparatoria Rubén Jaramillo en la materia de Mecánica IV trabajó la Unidad III Equilibrio mecánico de los cuerpos en la implementación de las figuras realizadas por alumnos del área de matemáticas de la Unidad académica preparatoria Antonio Rosales en una práctica lúdica.

El diseño cuasiexperimental. Consiste en examinar y observar al grupo de alumnos en alguna variable, administrar un tratamiento, aplicar un cuestionario de preguntas cerradas. Se emplea grupos de control y grupos experimentales usando grupos intactos en varias fases del diseño.

## 2.1 Fases utilizadas en la investigación

Fase uno exploratoria: se realizó una evaluación inicial. Un cuestionario y la aplicación de una prueba diagnóstica que ayudaron a: Identificar el interés de aprendizaje del estudiante y los conocimientos previos.

Fase dos descriptiva: se analizaron la información obtenida en la etapa uno para: Describir el interés del aprendizaje del estudiante y los conocimientos previos.

Fase tres explicativa: con el uso de la estadística se pudo: Conocer el interés de aprendizaje del estudiante y los conocimientos previos.

Fase cuatro: elaboración de informe: Se aplicaron cuestionarios al final del tratamiento y un examen sobre los contenidos con la finalidad de definir el grado de interés y aprendizaje de matemáticas y física conforme a los programas educativos vigentes, en los grupos establecidos.

Cálculos, resultados y elaboración de conclusiones y comentarios (logros, dificultades, impresiones).

Fase cinco: presentación de productos finales, la evaluación se contempló como un proceso permanente y continuo durante el desarrollo del proyecto, con la utilización de instrumentos que evaluaron los aspectos de participación de los alumnos y niveles de logro. Los criterios de evaluación en la que se evaluó este proyecto son: comprensión de conceptos, estrategia operativa, razonamiento lógico y resolución de problemas. Asimismo, se propició la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación de los alumnos.

## 3 RESULTADOS

La formación y el aprendizaje en el uso de la tecnología son aspectos críticos en la sociedad moderna, donde la innovación tecnológica avanza a un ritmo vertiginoso. La adquisición de habilidades tecnológicas se ha convertido en una necesidad en el ámbito académico.

Para la capacitación requerida en esta tecnología. Se introdujo a la Fabricación Aditiva adquiriendo concepto y los materiales utilizados, así como el aprendizaje de un software para el modelado tridimensional. Generando los manuales de los procesos que los alumnos seguirán durante las clases lúdicas.

Se examinaron los grupos aplicando el cuestionario inicial diagnóstico de preguntas cerradas a un total de 71 alumnos realizada en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa con los alumnos de los grupos de segundo 2-12 de la unidad académica preparatoria Antonio Rosales y 2-3 de la unidad académica preparatoria Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, durante el ciclo escolar 2022-2023.

Exploratoria: Se realizó una evaluación inicial-diagnostica aplicando el instrumento del cuestionario. Identificando la percepción del estudiante sobre los infraestructura y espacios tecnológicos.

El estudio en las unidades académicas Antonio Rosales y Rubén Jaramillo de la Universidad Autónoma de Sinaloa, se realizó para evaluar las percepciones de los alumnos hacia la infraestructura tecnológica. La escala de calificación utilizada en este incluyó cuatro categorías: "Malo", "Regular", "Bueno" y "Excelente". Cada una de estas categorías se asocia con un número específico de respuestas.

A continuación, se presentan los resultados del cuestionario. Esto sugiere que un pequeño grupo de personas tiene una percepción negativa de la infraestructura tecnológica actual solo el 5.99%, mientras que el 39.44% la considera regular y un 54.58% la considera de buena a excelente como lo muestra la Gráfica (Figura 1).



Figura 1. Los procesos de enseñanza-aprendizaje con del uso de las TIC's.

En relación con los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los resultados indica, que el 60% de los estudiantes consideran de bueno a excelente el proceso de enseñanza-aprendizaje con del uso de las TIC's, mientras que el 40% la considera regular a malo como lo muestra la Grafica (Figura 2).



Figura 2. Uso de la tecnología en el proceso Enseñanza-aprendizaje.

En cuanto al interés del aprendizaje con el uso de las tecnologías. Los resultados indican, que el 58.22% de los estudiantes consideran de bueno a excelente el aprendizaje con el uso de las tecnologías, mientras que el 41.78% la considera regular a malo como lo muestra la Grafica (Figura 3).



Figura 3. Interés del aprendizaje con el uso de las tecnologías.

Los tres aspectos antes mencionados nos muestran que la mayor parte de los estudiantes consideran que la infraestructura tecnológica, los procesos de enseñanza-aprendizaje con el uso de las TIC's y el interés por el aprendizaje con el uso de la tecnología en lo general es bueno.

Final: se realizó una evaluación final. Aplicando el instrumento del cuestionario, a estudiantes para ver el aumento de interés mediante la utilización de la herramienta de impresión 3D. Al igual que en cuestionario inicial diagnostica la escala de calificación utilizada en este incluyó cuatro categorías: "Malo", "Regular", "Bueno" y "Excelente". Cada una de estas categorías se asocia con un número específico de respuestas.

El interés en el aprendizaje con la impresora 3D ha sido notable, con un 38.91% de excelente, 38.73% de buenos, estos resultados sugieren que hay un gran entusiasmo por parte de los alumnos que con el uso de la impresora 3D les ayuda a aprender mejor los contenidos de la unidad.

Los datos demuestran claramente que esta herramienta ofrece un gran interés alcanzando altos niveles de satisfacción de los alumnos por el uso de esta tecnología como lo muestra la Grafica (Figura 4).

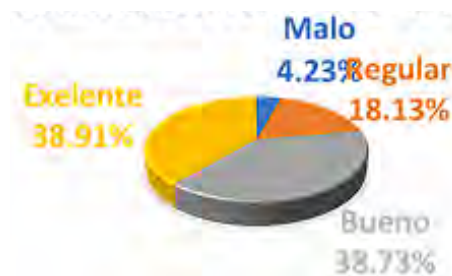


Figura 4. Interés del aprendizaje con el uso de la impresora 3D.

El incremento general en los promedios grupales en los exámenes aplicados a los grupos experimentales en comparación con los grupos de control en matemáticas de 6.08 a 6.7 y física de 6.52 a 7.3 (Figura 5) es una señal positiva que indica un ligero incremento en el aprendizaje y el rendimiento académico. Estos promedios reflejan un ligero progreso realizado por los estudiantes, lo que demuestra un pequeño logro en la implementación de la clase lúdica utilizando una impresora 3D.

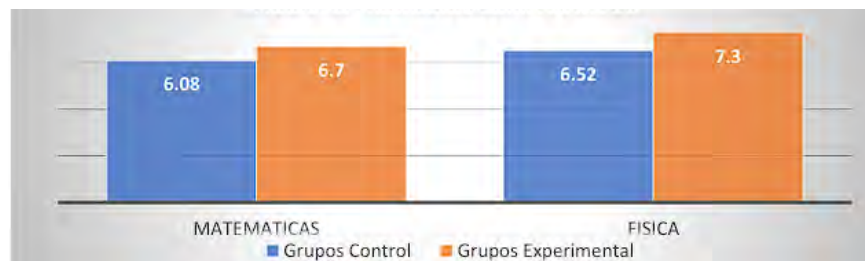


Figura 5. Promedios Comparativos.

## 4 CONCLUSIONES

Los estudiantes aumentaron su interés en las materias de matemáticas y física mediante la implementación de una práctica lúdica. Esto en gran medida porque los estudiantes exploran nuevas formas para aprender. Al hacerlo, los estudiantes se sienten motivados para asumir retos mientras adquieren conocimientos relacionados con las materias. Además, al incorporar elementos lúdicos en el aprendizaje, también se promueven habilidades como la colaboración entre compañeros y resolución creativa de problemas.

La impresora 3D ofrece una forma única de aprender y desarrollar habilidades. Esto se debe a que la tecnología permite a los alumnos crear objetos tridimensionales con precisión, lo que les da la oportunidad de experimentar con diseños y estructuras. El interés del aprendizaje también es impulsado por el hecho de que los alumnos pueden ver sus proyectos realizarse físicamente en lugar de solo verlos dibujados en un pizarrón, lo cual les ayuda a entender mejor los contenidos relacionados con el tema. Además del interés, muestran un mayor nivel creativo e innovador en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El uso de la impresora 3D presenta algunas desventajas relacionadas con el tiempo. El proceso de impresión puede ser lento, especialmente si se está trabajando en un objeto grande o complejo. Además, los materiales que se utilizan para la fabricación aditiva requieren cambios frecuentes durante el proceso de fabricación; estos dos factores contribuyen a un mayor tiempo necesario para completar las piezas e incluso llevar más tiempo del previsto. Por lo tanto, hay que considerar cuidadosamente el aspecto tiempo.

Como conclusión de esta investigación tenemos que este interés se basa en varias razones fundamentales que destacan la importancia de esta tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje: La impresión 3D permite a los estudiantes diseñar y crear objetos tridimensionales, lo que fomenta la creatividad. Los estudiantes pueden materializar sus ideas de manera tangible, lo que les proporciona una experiencia práctica y motivadora. El interés no fue por la materia sino por el uso de tecnología nueva y la curiosidad por su manipulación.

Para darle respuesta a la hipótesis la impresora 3D es una herramienta importante para la práctica docente y el aprendizaje de una forma lúdica de las áreas de matemáticas y física, se puede considerar idónea, esto se debe a que proporciona al alumno o profesor la capacidad para visualizar los conceptos abstractos en objetos tridimensionales, lo cual les ayuda a comprender mejor estos temas. Esto también permite al profesor crear ejemplificaciones y ser utilizadas como recursos didácticos, permitiendo así el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes.

## REFERENCIAS

- [1] Banco Interamericano de Desarrollo, Aprender matemática en el siglo XXI. Elena Arias Ortiz, Julián Cristia, Santiago Cueto, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Aprender-matematica-en-el-siglo-XXI-A-sumar-con-tecnologia.pdf> ISBN 978-1-59782-385-2
- [2] A. Johnson, B. Smith y C. Brown (2019). El impacto de la impresión 3D en el rendimiento de los estudiantes en geometría. *Revista de Educación Matemática*, 14(3), 247-260.
- [3] L. Johnson, S. Adams Becker, M. Cummins, V. Estrada, A. Freeman y C. Hall (2016). *NMC Informe Horizon 2016. Edición Superior de Educación*. Austin: NMC. Recuperado de <http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-horizon-report-HE-ES.pdf>
- [4] B. Evans (2012). *Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing*. New York: Technology in action.
- [5] M. Monsalvo Carmona (2003). *¿Qué pasa con la Reprobación en Matemáticas? Ponencia*. México. Colegio de Ciencias y Humanidades, Naucalpan.
- [6] D. E. Papalia, R. Wendkos Olds y F. Duskin (2001). *Desarrollo Humano*. 8va Edición, Colombia, Ed. Mc Graw-Hill, Interamericana, 708 pp.
- [7] J. E. Vargas-Mendoza (2006) *Conductismo: Apuntes para un seminario*. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.

- [8] E. Cervera Abarca, «EL CONSTRUCTIVISMO: un acercamiento conceptual», Revista Electrónica Multidisciplinaria de Investigación y Docencia, 2012. [En línea]. Disponible en: [https://revistaic.instcamp.edu.mx/uploads/Ano2012No2/Ano2012No2\\_6\\_13.pdf](https://revistaic.instcamp.edu.mx/uploads/Ano2012No2/Ano2012No2_6_13.pdf)
- [9] W. L. Arias Gallegos (2021). Antecedentes, desarrollo y consolidación de la psicología cognitiva: un análisis histórico. Tesis Psicológica, 16(2), 172-198. [fecha de Consulta 21 de Noviembre de 2024]. ISSN: 1909-8391. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=139072271010>
- [10] G. Bull, H. Haj-Hariri, R. Atkins y P. Moran (2015). An Educational Framework for Digital Manufacturing in Schools. 3D Printing and Additive Manufacturing, 2(2), 42-49. doi: 10.1089/3dp.2015.0009
- [11] National Science Teachers Association (2013) NSTA Reports. NSTA Reports. 25(2) Recuperado de <https://goo.gl/HMgMgn>
- [12] J. Owen (2016). Becoming digital humanitarians. An E-NABLE story. Enabling the future. Recuperado de <http://enablingthefuture.org/>
- [13] J. Owen (2016). Becoming digital humanitarians. An E-NABLE story. Enabling the future. Recuperado de <http://enablingthefuture.org/>
- [14] S. N. Gatica, y O. E. Ares (2012). La importancia de la visualización en el aprendizaje de conceptos matemáticos. Edmetic, 1(2), 88–107. Recuperado de <http://www.uco.es/revistas/index.php/edmetic/article/view/220>
- [15] G. R. Baque-Reyes y G. I. Portilla-Faican, «El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza – aprendizaje», Polo del Conocimiento, vol. 6, n.o 5, pp. 75-86, may 2021, doi: 10.23857/pc.v6i5.2632.

# EL PROFESORADO Y EL USO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR

Ma. Cruz Lozano Ramirez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Baja California (MÉXICO)

## Resumen

Las plataformas tecnológicas en educación superior son sistemas de gestión del aprendizaje que permiten la interacción y colaboración de recursos en línea, evaluaciones, seguimiento y retroalimentación de la trayectoria académica de los estudiantes. Este documento tiene como objetivo explicar el uso de plataformas tecnológicas en educación superior y su importancia en la formación profesional. El diseño de investigación fue no experimental transversal, transeccional y el estudio exploratorio dirigido a sujetos de estudio con funciones de docencia. Los resultados indican que de 47 plataformas tecnológicas el profesorado emplea 26, entre ellas, Zoom, Google classroom, Blackboard, Canva, Microsoft teams, Google activate.

Palabras clave: Educación, herramientas tecnológicas, plataformas tecnológicas.

## Abstract

Technological platforms in higher education are learning management systems that allow the interaction and collaboration of online resources, evaluations, monitoring and feedback of the academic career of students. This document aims to explain the use of technological platforms in higher education and their importance in professional training. The research design was non-experimental cross-sectional and exploratory study aimed at study subjects with teaching functions. The results indicate that of 47 technological platforms, teachers use 26, including Zoom, Google classroom, Blackboard, Canva, Microsoft teams, Google activate.

Keywords: Education, technological tools, technological platforms.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los avances en la tecnología han modificado las necesidades del mercado laboral demandando un mayor dominio de habilidades. Esto es de gran importancia para las instituciones educativas porque deben suministrar a los estudiantes las habilidades necesarias para ubicarse al término de su formación profesional. En ello, el profesorado enfrenta diversos desafíos en su gestión desde el tamaño de las aulas, actividades administrativas, acompañamiento a los estudiantes, capacidades para la adopción y uso de la tecnología o asimilación de los procesos de enseñanza apoyados en tecnología. Estas capacidades involucran un eficaz uso de herramientas digitales como inteligencia artificial, enfoques pedagógicos, técnicas de aprendizaje combinado, fortalecimiento del rol docente por medio del pensamiento crítico, resolución de problemas, habilidades de colaboración, adaptabilidad y habilidades socioemocionales.

El uso de herramientas tecnológicas permite al profesorado la aplicación de evaluaciones formativas, seguir el progreso de los estudiantes en tiempo real y brindarles retroalimentación, racionalizar los procesos, detectar oportunidades de aprendizaje, crear espacios para que los docentes compartan las mejores prácticas, [1]. Ello implica su actualización en el uso de plataformas tecnológicas, definidas como una herramientas para la creación de contenidos y gestión de entornos de aprendizaje para la colaboración en línea de profesores y estudiantes. Tienen como características principales la interactividad (comunicación recíproca), la flexibilidad (adaptación a la pedagogía de los planes de estudio), escalabilidad (capacidad de trabajo sin comprometer su funcionamiento), estandarización, usabilidad (rapidez para el desarrollo de las actividades), ubicuidad (sentido de omnipresencia de los usuarios), persuabilidad (funcionalidad, usabilidad, ubicuidad e interactividad) y accesibilidad (acceso a la información), [2]. Así como la combinación de habilidades tecnológicas y pedagógicas, y entrenamiento en el uso de la tecnología y su



integración en las estrategias pedagógicas, diseño de soluciones centradas en el usuario a través de la recopilación de información sobre el ambiente en el cual el profesorado emplea la tecnología, comprender los retos asociados a la incorporación de tecnología, sus percepciones [3].

Por su parte, los estudiantes demandan la incorporación de recursos digitales en los contenidos de las asignaturas lo cual implica de igual manera, fortalecer las capacidades del profesorado para el diseño de estrategias didácticas acordes a las condiciones de la institución y proporciona, [4]. Aunque para algunos, aún no observa como una herramienta que podría generar un aprendizaje significativo, [5]. La incorporación de la tecnología en la educación debe establecer lineamientos para tomar decisiones durante los procesos, información de los entornos digitales, comunicación, colaboración en equipo, adaptabilidad tecnológica, competencias para afrontar los desafíos éticos avances en la tecnología, [6]. De acuerdo a [7] un estudio realizado por McKinsey en 2021 sobre el uso de herramientas tecnológicas dirigido a profesores y estudiantes de universidades públicas y privadas sin fines de lucro identificó que la pandemia COVID19 impulsó las modalidades de enseñanza a distancia, aulas virtuales, mayor interactividad, modelos híbridos de actividades en línea y presenciales, concluyendo que una interacción eficiente profesorado-estudiantes debe enfocarse en ocho dimensiones de la experiencia de aprendizaje, ver Figura 1:

- Construcción de una hoja de ruta educativa, basada en las necesidades manifiestas de los estudiantes a través de pruebas estandarizadas, alertas digitales y herramientas de gestión del tiempo para reforzar su progreso y objetivos.
- Habilitación de conexiones para inicio de sesión único para que el profesorado y los estudiantes accedan a servicios de apoyo crítico.
- Enfoques atractivos para la enseñanza. Incorporación de aplicaciones en los contenidos de las asignaturas con herramientas de aprendizaje adaptativo para personalizar sus cursos.
- Experiencias de aprendizaje atractivas por medio de plataformas digitales para recorrido interactivos.
- Herramientas de aprendizaje adaptativo. Uso de inteligencia artificial para identificar necesidades individuales de los estudiantes y retroalimentar en tiempo real.
- Integración de aplicaciones basadas situaciones reales. Uso de laboratorios de realidad virtual (RV), simulaciones y juegos para que los estudiantes practiquen sus habilidades en entornos virtuales controlados.
- Apoyo académico, combinando la automatización e interacciones personales uno a uno.
- Sentido de pertenencia académica por medio de eventos sociales virtuales o presenciales.

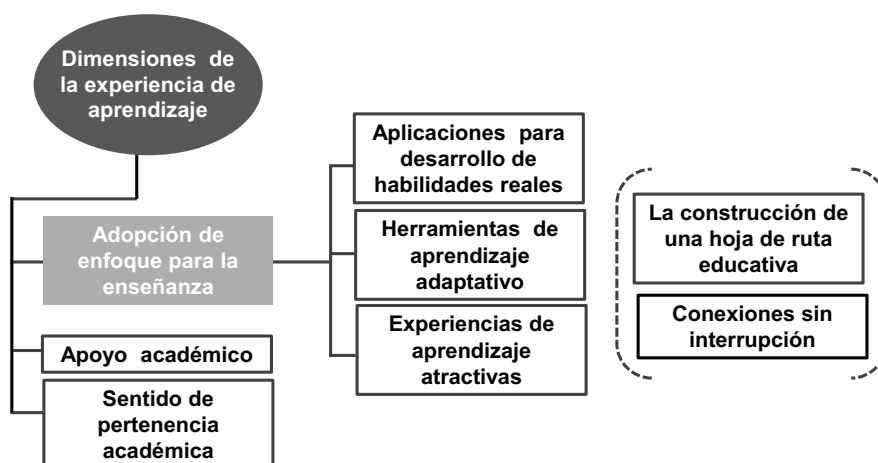


Figura 1. Dimensiones de experiencia de aprendizaje en el uso de herramientas tecnológicas.

De esta manera, cuando el profesorado considera que la tecnología es valiosa, es más probable que lo incorpore en su práctica docente. Un estudio realizado por [8], encontró que el profesorado emplea dispositivos móviles, tabletas, laptop, pizarrones, en sus procesos de enseñanza, ver Figura 2.

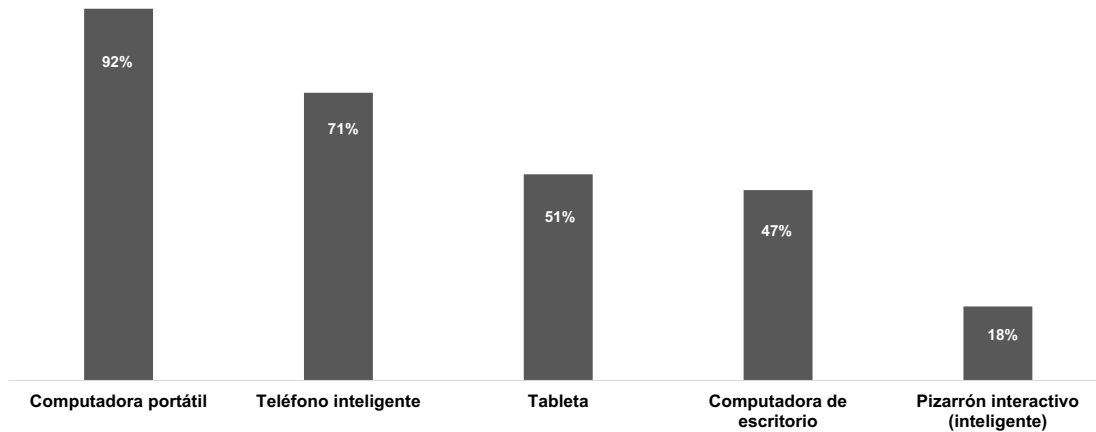


Figura 2. Herramientas empleadas por el profesorado.

Y como herramientas de comunicación digital Skype Business, Hangouts y Zoom, Adobe Connect y como aplicaciones Adobe Connect, Box, Google Drive, Hangouts, Kahoot, Skype Business o Zoom, [8]. Este estudio define como objetivo de investigación fue explicar el uso de plataformas tecnológicas en educación superior y su importancia en la formación profesional

## 2 METODOLOGÍA

En esta aproximación en campo, el diseño de investigación fue no experimental Transversal simple con información recopilada en un solo momento. El estudio fue de corte exploratorio y la muestra de conveniencia, [9] (Malhotra, 2004 p.80 y 321) dirigida a sujetos de estudio con funciones de docencia que imparten clase en educación superior. Para conocer qué plataformas emplea el profesorado como estrategia pedagógica en el aula, se diseñó un cuestionario con 47 preguntas en las que se describen los diversos tipos de plataformas tecnológicas (*Additio, Atutor, Blackboard, Canvas, Chamilo, Ck12, Claroline, Coffee, Coursera, Didactalia, Docebo, Dokeos, Domestika, Ecaths, Edmodo, Google actíivate, Google classroom, ILIAS, Intelliboard, Lon-Capa, Lrn, Mahara, Mcourser, Microsoft teams, Moodle, Neo lms, Open lms, Openswad, Platzi, Rcampus, Sakai, Schoology, Socialgo, Sumadi, Teachstars, Tiching, Twiducate, Udemy, Wakelet, Webroom, Wiris, Zoom.con* con alternativas de respuesta dicotómicas (Sí, No). El cuestionario, incluyó variables demográficas como edad, género, estado civil, nivel de estudios, experiencia laboral, ver Tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de la variable: Perfil demográfico

Variable	Indicador	Nivel de medición
Edad	Rangos de edad	Cuantitativa/Ordinal
Género	Hombre, Mujer.	Cualitativa/ Nominal
Estado Civil.	<i>Situación de las personas físicas en función de sus relaciones familiares, de matrimonio o parentesco, (Código Civil Federal, Art. 39).</i>	Cualitativa/Nominal
Nivel de estudios	Último grado de educación formal.	Cuantitativa/ Ordinal
Experiencia laboral	Años de antigüedad en la función docente.	Cuantitativa/Ordinal

Fuente: Elaboración propia.

La recopilación de la información se realizó por medio de un formulario de Google, enviado por correo electrónico para al profesorado. Luego se descargó la base de datos Google Forms a Excel y se revisaron las respuestas para luego transferir los datos al programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 22 para Windows para análisis de datos.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Perfil demográfico del profesorado

La experiencia del profesorado en la docencia se ubica en el rango de 6 - 10 años, 16 - 20 y 26 - 30 años, de los cuales el 50% es Hombre y 50% Mujer, sobresaliendo el 60% con un estado civil de “Casado” y rangos de edad entre los 36 y 51 años (Hombre, Mujer) clasificando en la disciplinas de Administración, Agronegocios, Comunicación, Contaduría pública, Diseño gráfico, Educación, Gastronomía, Idiomas, Informática, Ingenierías, Mercadotecnia, Publicidad, Psicología, Publicidad, Relaciones comerciales, Relaciones Internacionales, Turismo.

#### 3.2 El uso de plataformas tecnológicas y el profesorado

Los resultados de la distribución de frecuencias señalan que el profesorado emplea 26 Plataformas, destacando aquellas enfocadas a procesos virtuales e híbridos en temas educativos (Zoom), Gestión y creación de clases, asignación de tareas, etc., (Google Classroom), diseño de cursos, conversaciones, videollamadas, seguimiento al rendimiento de los alumnos (Blackboard), creación de contenido y cursos online (Canva), centro digital en el que se pueden hacer conferencias, compartir conversaciones, contenidos y actividades (Microsoft Teams), aprendizaje sobre marketing digital, datos o habilidades para gestión y desarrollo profesional, (Google actívate), ver Figura 3.

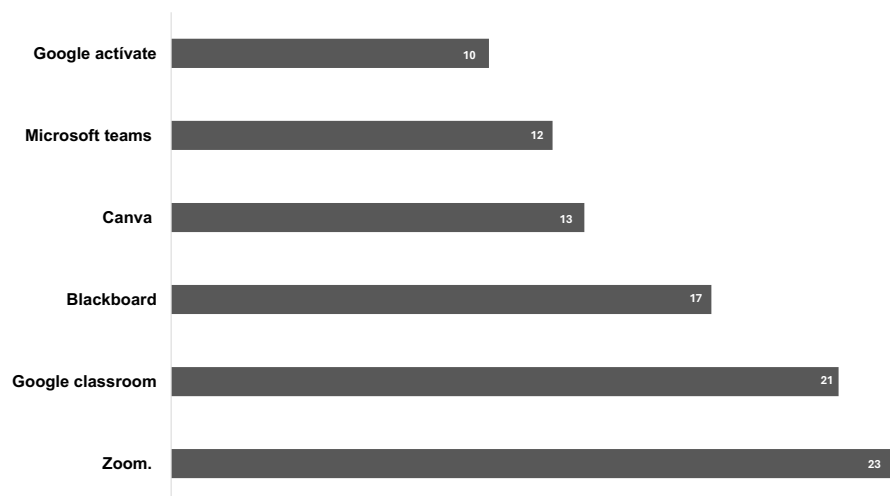


Figura 3. Plataformas tecnológicas más empleadas por el profesorado.

Las plataformas menos empleados por el profesorado al momento de la aplicación del cuestionario son aquellas que gestionan contenidos de aprendizaje de código abierto basado en la web y diseñados para mayor accesibilidad y adaptabilidad, (Atutor), de aprendizaje en remoto (Coursera), para mapas, juegos, ejercicios, videos, manualidades, experimentos, (Didactalia), Trabajo colaborativo a través de un portafolio, (Domestika), diseño de clases y actividades más interactivas (Eduteka), titulaciones, (Edx), creación de contenido visual (Genially, para la solución de problemas (Moodle), rutas de aprendizaje (videojuegos, internet de las cosas), (Platzi), cursos en línea con videos, (Udemy), herramientas pedagógicas, (Open lms), hospedaje de materiales didácticos, (Openswad), red social para publicar fotos, videos y comunicarse a través de chat o mensajes públicos, (Socialogo herramientas para programar actividades colaborativas, compartir ideas, material educativo, administrar un curso virtual o presencial, (Schoology), organización de carpetas y creación de secuencias, (Tiching), colecciones para localizar, organizar y modificar contenido educativo en una sola plataforma, (Wakelet), videochat para crear y compartir documentos, pantallas, pizarrón interactivo y espacios de trabajo, (Webroom), álgebra computacional para facilitar el aprendizaje en temas científicos, técnicos y matemáticos, (Wiris), ver Figura 4.

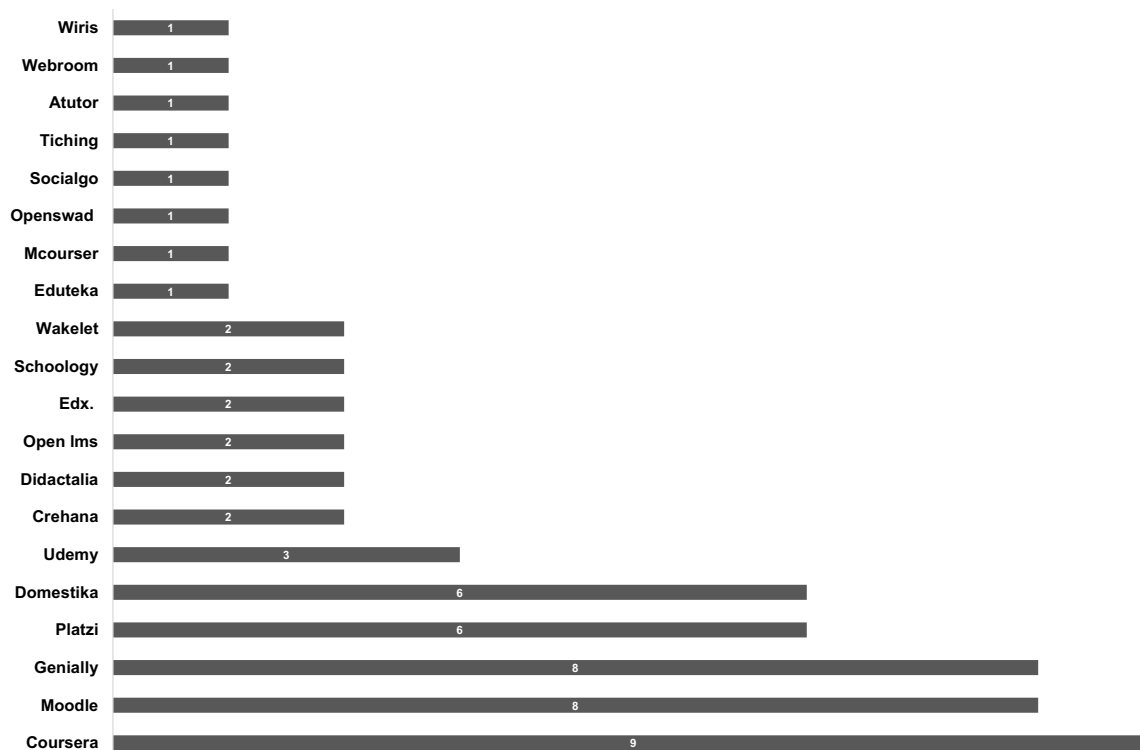


Figura 4. Plataformas tecnológicas menos empleadas por el profesorado.

De las 47 plataformas tecnológicas incluidas en el cuestionario, el profesorado reporta no emplear 21. Estas plataformas están relacionadas con la colaboración de contenidos, textos, vídeos y actividades en las clases virtuales (*Edmondo: Teachstars*), fortalecimiento de las habilidades de expresión oral (*Flipgrid*), cursos, tareas y calificaciones (*Rcampus*), combinación de aulas virtuales con una red social privada (*Twiducate*), gestión de clases y control de aulas virtuales, (*Additio*), clases online, evaluación y seguimiento del progreso de estudiantes (*Neo lms*), herramientas para idiomas, foros de discusión, mapas mentales, votaciones, exámenes, reconocimiento facial, chats, blogs, correo, calendario, (*Coffe, Sakai, Sumadi; LON-CAPA*), portafolio digital para seguimiento y desarrollo de materias, habilidades y competencias (*Mahara*), cursos y espacios de colaboración en línea (*Claroline*), aprendizaje corporativo para gestionar actividades de involucramiento proactivo (*Docebo, Dokeos, ILIAS*), acceso a formación y recopilación de datos, (*Ck12, Intelliboard, Chamilo*), Sistema de gestión online de materias e interacción y construcción de conocimiento colectivo (*Ecaths*).

## 4 CONCLUSIONES

El análisis de los datos recopilados concluye que el profesorado emplea 26 de 47 plataformas tecnológicas para el diseño y desarrollo de estrategias didácticas en el aula. Sin embargo, no interactúa en 21 plataformas relacionadas con la colaboración de contenidos, textos, cursos, tareas, calificaciones, foros de discusión, información, etc. Por lo anterior, se recomienda realizar una segunda aplicación del instrumento para profundizar en los procesos de actualización del profesorado y determinar aquellos que mejor apoyen la adquisición de conocimientos para una factible innovación de sus procesos de enseñanza en el aula. Como proceso de aprendizaje, las clases en línea configuran escenarios donde profesores y estudiantes comparten, colaboran, se comunican, se retroalimentan y se genera un acompañamiento, [5]. Por otro lado, fundamentados en lo anterior, es necesario considerar las oportunidades y desafíos que el uso de plataformas tecnológicas presenta a las instituciones educativas de educación superior. Por ejemplo, un estudio realizado por la UNESCO reporta que el 90% del contenido de los repositorios en educación superior son colecciones de recursos abiertos generados en Europa y América del Norte y 92% en inglés,

la regulación de contenidos (calidad), diversidad (recursos adaptados a otras culturas y estilos de aprendizaje, acceso a dispositivos (tecnología), estabilidad en la conectividad, [10].

Algunos áreas de oportunidad en el uso de plataformas tecnológicas están relacionadas con la infraestructura tecnológica identifican obsolescencia en los equipos, retraso en las actualizaciones, ciberseguridad, vulnerabilidad a ataques maliciosos, protección de datos institucionales, malware para robar información confidencial, actualización tecnológica dirigida a personal administrativo, profesorado y estudiantes, migración a la nube, socios tecnológicos, acceso a personas con conocimientos especializados, tecnología emergente (IA), experiencia en la implementación de proyectos tecnológicos, [11] gobernanza de datos (procesos para la implementación de tecnología, almacenamiento, seguridad y gestión de datos, [12]. Esto plantea desafíos para las instituciones educativas enmarcados en el acceso equitativo a la tecnología, conectividad a internet de alta velocidad para que los estudiantes cuenten con igualdad de oportunidades en su proceso formativo, asistencia financiera para quienes no pueden costear la tecnología necesaria, contenido digital en sitios web, cursos en línea, sistemas de gestión del aprendizaje inclusivos, accesibles a estudiantes con discapacidades (texto alternativos para las imágenes, subtítulos para los videos, contenido navegable mediante tecnología de asistencia, implementación de medidas de seguridad (cortafuegos, cifrado y autenticación para evitar el acceso no autorizado a los datos de los estudiantes y protección de su privacidad [13], ver Figura 5.

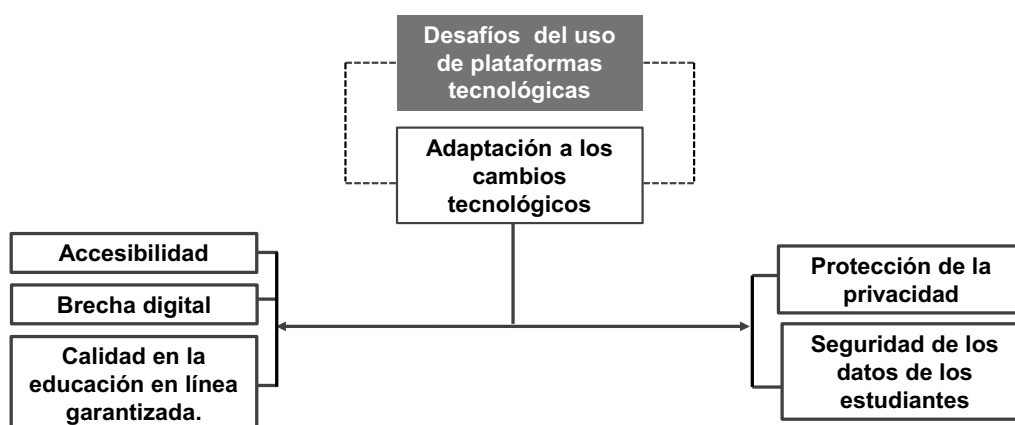


Figura 5. Desafíos del uso de plataformas tecnológicas.

## REFERENCIAS

- [1] A. J. Pentecost, CH. A. Fernando (2024). *Teachers and technology: What can we do to support educators to prepare students for the future?*. Disponible en <https://goo.su/MOthA>
- [2] E. A. D. Otero (2017). Plataformas Virtuales de Aprendizaje en la Educación Superior. *Interconectando Saberes*. 2 (4). <https://is.uv.mx/index.php/IS/article/view/2545/4454>
- [3] T. Wilichowski & C. Cobo (2021). Transformando cómo los docentes usan la tecnología. Disponible en <https://goo.su/HiRml>
- [4] E. R. López, B. E. O. González & G. R. López (2018). Formación y uso de TIC en educación superior: opiniones del profesorado. CPU-e. *Revista de Investigación Educativa*. ISSN: 1870-5308. DOI: <https://doi.org/10.25009/cpue.v0i27.2557>
- [5] P. E. Jiménez & F. Z. Fernández (2021). Plataformas virtuales en la educación superior en tiempos de COVID-19. Experiencias en estudiantes de Cuba. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*. 21(3). <https://doi.org/10.15517/aie.v21i3.46224>

- [6] M. R. Hernández (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. Propósitos y Representaciones. Vol. 5, Nº 1. ISSN 2307-7999 / ISSN 2310-4635. DOI: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- [7] C. Brasca, CH. Krishnan, V. Marya, K. Owen, J. Sirois & S. Ziade (2022). How technology is shaping learning in higher education. McKinsey & Company. Disponible en <https://goo.su/Rxzq>
- [8] L. Amhag, L. Hellström & M. Stigmar (2019). Teacher Educators' Use of Digital Tools and Needs for Digital Competence in Higher Education. Journal of Digital Learning in Teacher Education. ISSN: 2153-2974 / 2332-7383. DOI: <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1646169>
- [9] N. K. Malhotra (2004). *Investigación de mercados: un enfoque aplicado*. ISBN: 9702604915, 9789702604914
- [10] S. Burns (2023). *Educational Technology Research in Higher Education: New Considerations and Evolving Goals*. Disponible en <https://acortar.link/bBEWW8>
- [11] L. Majdi (2024). *Shaping Tomorrow's Campus: 7 Pressing Technology Challenges in Higher Education*. Disponible en <https://acortar.link/YCALLe>
- [12] Buchanan Technologies. (2024). *7 Technology and IT Challenges in Higher Education*. Disponible en <https://www.buchanan.com/it-challenges-higher-education/>
- [13] Apporto. (2024). *The Impact of Technology on Higher Education: Trends and Challenges*. Disponible en <https://goo.su/393IZNH>

# EL USO DE EXOESQUELETOS COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA EN EL ÁREA DE LA ROBÓTICA

Juan Carlos Ojeda Alarcón<sup>1</sup>, Ángel González Navarrete<sup>1</sup>, Cristina Villazana González<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Mazatlán, Sinaloa (MÉXICO)

## Resumen

El uso de exoesqueletos en la educación de la robótica ha emergido como una herramienta innovadora que facilita la comprensión práctica de conceptos complejos. Este artículo explora cómo los exoesqueletos pueden ser integrados en el currículo educativo para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el campo de la robótica. Los exoesqueletos robóticos han proporcionando una plataforma práctica para la comprensión de conceptos avanzados en mecánica, electrónica y control. Estos dispositivos no solo mejoran la movilidad y la rehabilitación en pacientes con discapacidades, sino que también ofrecen un medio tangible para que los estudiantes interactúen con tecnologías de vanguardia. Los exoesqueletos se utilizan en entornos educativos para demostrar principios de robótica y biomecánica. Los estudiantes pueden aprender sobre sensores, actuadores y sistemas de control en tiempo real, observando cómo estos componentes trabajan juntos para replicar movimientos humanos.

Palabras clave: Enseñanza, exoesqueletos, robótica, tecnología, rehabilitación.

## Abstract

The use of exoskeletons in robotics education has emerged as an innovative tool that facilitates the practical understanding of complex concepts. This article explores how exoskeletons can be integrated into the educational curriculum to enhance teaching and learning in the field of robotics. Robotic exoskeletons have been providing a practical platform for understanding advanced concepts in mechanics, electronics, and control. These devices not only improve mobility and rehabilitation in patients with disabilities, but also offer a tangible means for students to interact with cutting-edge technologies. Exoskeletons are used in educational settings to demonstrate robotics and biomechanics principles. Students can learn about sensors, actuators, and control systems in real time, observing how these components work together to replicate human movements.

Keywords: Teaching, exoskeletons, robotics, technology, rehabilitation.

## 1 INTRODUCCIÓN

La robótica es un campo interdisciplinario que combina ingeniería, informática y otras ciencias, la enseñanza de la robótica puede beneficiarse significativamente del uso de exoesqueletos que son comúnmente identificados como dispositivos que amplifican las capacidades humanas y permiten una interacción más directa con los sistemas robóticos.

El uso de exoesqueletos en la educación universitaria ofrece una oportunidad única para que los estudiantes adquieran conocimientos prácticos y teóricos en robótica, estos dispositivos permiten a los estudiantes interactuar con tecnologías avanzadas, comprendiendo mejor la integración de sistemas mecánicos, electrónicos y de control, los exoesqueletos robóticos han emergido como una herramienta innovadora en la enseñanza de la robótica, proporcionando una plataforma práctica para la comprensión de conceptos avanzados en mecánica, electrónica y control.

Estos dispositivos no solo mejoran la movilidad y la rehabilitación en pacientes con discapacidades, sino que también ofrecen un medio tangible para que los estudiantes interactúen con tecnologías de vanguardia, la implementación de un curso sobre el uso de exoesqueletos como herramienta de enseñanza en el área de la robótica no solo proporcionará a los estudiantes una comprensión profunda de esta tecnología, sino que también fomentará la innovación y el desarrollo de nuevas aplicaciones. Este

enfoque práctico y teórico asegurará que los estudiantes estén bien preparados para enfrentar los desafíos del futuro en el campo de la robótica.

## 2 METODOLOGÍA

Para usar los exoesqueletos como una herramienta de enseñanza son diferentes elementos, métodos y modelos de enseñanza y evaluación que se deben de contemplar, por lo que se debe de desarrollar una metodología de trabajo que permita aprovechar todos los recursos que se dan al combinar la robótica con la educación.

El objetivo general de esta investigación es analizar el impacto del uso de exoesqueletos como herramienta de enseñanza en el área de la robótica, evaluando su efectividad en la mejora del aprendizaje práctico y teórico de los estudiantes. Para lograr esto, se plantean varios objetivos específicos: en primer lugar, se busca analizar cómo se pueden integrar los exoesqueletos en el currículo educativo de robótica y su efecto en el aprendizaje, se evaluará el impacto de estos dispositivos en el aprendizaje práctico, midiendo cómo mejoran las habilidades de programación y manejo de robots, también se propone desarrollar una metodología de enseñanza que maximice la efectividad educativa del uso de exoesqueletos. Otro objetivo es determinar cómo estos dispositivos contribuyen a la comprensión de conceptos robóticos complejos, asimismo, se identificarán los beneficios prácticos que aportan a la enseñanza, incluyendo la mejora de habilidades técnicas y la motivación de los estudiantes, finalmente, se desarrollarán metodologías de enseñanza que integren el uso de exoesqueletos en el currículo educativo de robótica.

Los exoesqueletos ya se utilizan en entornos educativos para demostrar principios de robótica y biomecánica y permite a los estudiantes que puedan aprender sobre sensores, actuadores y sistemas de control en tiempo real, observando cómo estos componentes trabajan juntos para replicar movimientos humanos.

El uso de exoesqueletos en la educación permite a los estudiantes comprender de mejor manera la integración de sistemas ya que al trabajar con exoesqueletos, los estudiantes pueden analizar, aprender y manipular los diferentes sistemas mecánicos y electrónicos que los integran, por lo que pueden desarrollar habilidades prácticas, ya que la manipulación directa de los exoesqueletos les proporciona experiencia práctica en programación y ajuste de sistemas robóticos, todo esto fomenta la innovación ya que los estudiantes pueden experimentar con modificaciones y mejoras en los diseños de exoesqueletos, promoviendo la creatividad y la innovación.

Como antecedentes tenemos un estudio realizado por Chen et al. (2013) que demostró que los exoesqueletos pueden ser utilizados eficazmente en la enseñanza de la robótica, mejorando la comprensión de los estudiantes sobre la interacción humano-robot [1].

Para integrar los exoesqueletos como una herramienta de enseñanza es necesario definir los objetivos que se buscan lograr al integrarlo al curso, aquí se pueden destacar 4 puntos a desarrollar con los estudiantes:

1. **Comprender los principios básicos de los exoesqueletos:** Estructura, funcionamiento y aplicaciones.
2. **Desarrollar habilidades prácticas:** Programación y ajuste de exoesqueletos.
3. **Fomentar la innovación:** Experimentación con modificaciones y mejoras en los diseños de exoesqueletos.
4. **Aplicar conocimientos teóricos en proyectos prácticos:** Integración de sensores, actuadores y sistemas de control.

Para lograr la integración del uso de los exoesqueletos con la educación se propone establecer el siguiente contenido a impartir:

### Introducción a los exoesqueletos:

- Historia y evolución de los exoesqueletos.
- Tipos de exoesqueletos: Pasivos y activos.



- Aplicaciones en diferentes campos: Medicina, industria, militar.

#### **Componentes y funcionamiento:**

- Sensores: Tipos y funcionamiento.
- Actuadores: Tipos y funcionamiento.
- Controladores: Algoritmos de control y procesamiento de datos.
- Estructura mecánica: Materiales y diseño.

#### **Programación y control:**

- Introducción a la programación de exoesqueletos.
- Algoritmos de control y su implementación.
- Integración de sensores y actuadores.

#### **Aplicaciones prácticas:**

- Proyectos de rehabilitación y fisioterapia.
- Simulación de entornos laborales.
- Desarrollo de habilidades en robótica avanzada.

#### **Innovación y desarrollo:**

- Proyectos de investigación y desarrollo.
- Experimentación con nuevas tecnologías y materiales.
- Presentación de proyectos finales.

#### **La metodología de enseñanza que se debe basar en 4 actividades principalmente:**

- **Clases teóricas:** Explicación de conceptos y principios básicos.
- **Laboratorios prácticos:** Manipulación y programación de exoesqueletos.
- **Proyectos de investigación:** Desarrollo de proyectos innovadores.
- **Evaluaciones:** Exámenes teóricos y prácticos, presentación de proyectos.

Para lograr el objetivo de esta investigación y poder implementar el programa antes mencionado será necesario capacitar a los docentes de la Universidad en los siguientes aspectos:

- **Capacitación Especializada:** Es necesario proporcionar formación especializada a los docentes sobre el uso y mantenimiento de exoesqueletos. Esto incluye el manejo de software y hardware, así como la integración de estos dispositivos en las actividades educativas.
- **Desarrollo Profesional Continuo:** Se debe fomentar el desarrollo profesional continuo de los docentes mediante talleres y cursos de actualización sobre las últimas tecnologías en exoesqueletos y robótica.

Para conocer los resultados e impacto del uso de exoesqueletos en la enseñanza es crucial para evaluar su efectividad y justificar su implementación, a continuación mencionamos algunas estrategias y métodos para hacerlo:

- **Evaluaciones Pre y Post Implementación**

Realizar evaluaciones antes y después de la implementación de exoesqueletos puede ayudar a medir el impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Estas evaluaciones pueden incluir pruebas teóricas y prácticas para evaluar el conocimiento y las habilidades adquiridas [2].

- **Observación Directa**

La observación directa en el aula permite a los docentes evaluar cómo los estudiantes interactúan con los exoesqueletos y cómo estos dispositivos afectan su aprendizaje y participación. Las observaciones pueden ser estructuradas utilizando rúbricas específicas para medir aspectos como la comprensión de conceptos, la habilidad técnica y la colaboración en equipo [3].

- **Encuestas y Cuestionarios**

Aplicar encuestas y cuestionarios a estudiantes y docentes puede proporcionar información valiosa sobre la percepción y la satisfacción con el uso de exoesqueletos. Estas herramientas pueden incluir preguntas sobre la facilidad de uso, la efectividad percibida y las áreas de mejora [4].

- **Análisis de Datos de Sensores**

Los exoesqueletos equipados con sensores pueden recopilar datos en tiempo real sobre el rendimiento de los estudiantes. Estos datos pueden incluir métricas como la fuerza aplicada, la precisión de los movimientos y la duración de las tareas. Analizar estos datos puede proporcionar una visión detallada del impacto de los exoesqueletos en el aprendizaje práctico [5].

- **Estudios de Caso**

Realizar estudios de caso detallados sobre el uso de exoesqueletos en diferentes contextos educativos puede ayudar a identificar mejores prácticas y áreas de mejora. Estos estudios pueden incluir entrevistas con estudiantes y docentes, así como análisis de los resultados de aprendizaje.

- **Comparación con Métodos Tradicionales**

Comparar los resultados de los estudiantes que utilizan exoesqueletos con aquellos que siguen métodos de enseñanza tradicionales puede ayudar a evaluar la efectividad relativa de esta tecnología. Esto puede incluir comparaciones de calificaciones, tasas de retención de conocimientos y habilidades prácticas.

- **Retroalimentación Continua**

Implementar un sistema de retroalimentación continua permite ajustar y mejorar el uso de exoesqueletos en el aula. Los estudiantes e docentes pueden proporcionar retroalimentación regular sobre su experiencia, lo que permite realizar ajustes en tiempo real para mejorar la efectividad del programa educativo.

Beneficios que reciben los estudiantes:

El uso de exoesqueletos como herramienta de enseñanza en el área de la robótica puede generar varios beneficios positivos como son:

1. **Mejora en la comprensión práctica:**

Los estudiantes pueden interactuar directamente con la tecnología de los exoesqueletos, lo que facilita una comprensión más profunda de los principios de la robótica y la biomecánica. Esto se debe a la experiencia práctica que complementa la teoría aprendida en clase [6].

2. **Desarrollo de habilidades técnicas:**

Al trabajar con exoesqueletos, los estudiantes adquieren habilidades prácticas en programación, diseño y mantenimiento de sistemas robóticos avanzados. Estas habilidades son esenciales para su futura carrera profesional en el campo de la robótica [7].

3. **Fomento de la innovación y creatividad:**

La exposición a tecnologías avanzadas como los exoesqueletos puede inspirar a los estudiantes a desarrollar nuevas aplicaciones y mejoras en el campo de la robótica. Esto promueve un entorno de aprendizaje dinámico y creativo [8].

4. **Aplicaciones en rehabilitación y asistencia:**

Los exoesqueletos se utilizan en la rehabilitación de pacientes con lesiones medulares, lo que puede ser un área de investigación y desarrollo para los estudiantes interesados en la robótica médica. Esta

aplicación práctica permite a los estudiantes ver el impacto real de la tecnología en la vida de las personas [9].

### 5. Colaboración interdisciplinaria:

El uso de exoesqueletos fomenta la colaboración entre diferentes disciplinas como la ingeniería, medicina y la fisioterapia, enriqueciendo la experiencia educativa y preparando a los estudiantes para trabajar en equipos multidisciplinarios [10].

## 3 RESULTADOS

La tecnología de los exoesqueletos está evolucionando más y no tarda mucho en ser un elemento básico de la vida cotidiana como ya lo es en el área médica, en la industrial y en la militar en algunos países.

Los resultados que se dan al implementar los exoesqueletos en el aula es principalmente dar herramientas a los estudiantes para el desarrollo de proyectos de alto nivel utilizando tecnología de punta que vengan a beneficiar y a mejorar la calidad de vida de las personas, al utilizar los exoesqueletos como herramienta de enseñanza en el área de acentuación de robótica de la Universidad Autónoma de Occidente UR Mazatlán a tenido resultados significativos en el proceso educativo de los estudiantes, en primer lugar, se tuvo una mejora notable en el aprendizaje práctico de los estudiantes, ya que los exoesqueletos permiten una interacción más dinámica y realista con los conceptos robóticos, facilitando la comprensión de habilidades técnicas complejas. Además, su uso ha venido a aumentar la motivación y el interés de los estudiantes, al ofrecer una experiencia de aprendizaje innovadora y atractiva, también se prevé que la integración de exoesqueletos en el currículo de forma definitiva como parte de las prácticas en el aula fomente el desarrollo de competencias críticas, como el trabajo en equipo y la resolución de problemas, al involucrar a los estudiantes en proyectos colaborativos.

Se ha tomado en cuenta que implementar el uso de exoesqueletos en la enseñanza de robótica puede presentar varios desafíos, siendo el principal el **costo de adquisición y mantenimiento** de estos dispositivos puede ser elevado, lo que viene a limitar su accesibilidad en algunas instituciones educativas, además se tiene como punto clave que la **capacitación del personal docente** es crucial; los docentes deben estar bien formados para utilizar eficazmente los exoesqueletos y para integrar esta tecnología en el currículo de manera efectiva.

Otra cosa que se determino que es importante considerar es **la seguridad** y el bienestar de los estudiantes al usar exoesqueletos, ya que su uso inadecuado podría llevar a lesiones, en el caso de **la evaluación del impacto** de esta herramienta en el aprendizaje aunque puede ser compleja, ya que se necesitarían métricas claras para medir su efectividad en comparación con métodos de enseñanza convencionales, es importante considerar en este punto los prototipos logran desarrollar los estudiantes, en el caso de la UAdeO UR Mazatlán los prototipos se enfocan a la resolución de problemas de la comunidad y a mejorar la calidad de vida de las personas, derivados del funcionamiento del exoesqueleto se han logrado desarrollar prótesis de brazo izquierdo y derecho, además de dispositivos de apoyo para terapia física principalmente para brazos y piernas, lo cual deja claro que el uso de exoesqueletos es motivante de generación de proyectos basados en su funcionamiento que pueden ser aplicados en diferentes áreas.

Queda claro que el uso de exoesqueletos no solo enriquecería el aprendizaje teórico y práctico, sino que también contribuiría a formar profesionales más capacitados y entusiastas en el campo de la robótica.

## 4 CONCLUSIONES

El uso de exoesqueletos en la educación robótica ofrece una oportunidad única para que los estudiantes adquieran conocimientos prácticos y teóricos. Estos dispositivos no solo facilitan la enseñanza de conceptos complejos, sino que también inspiran a la próxima generación de ingenieros y científicos a explorar nuevas fronteras en la robótica.

La implementación de un curso sobre el uso de exoesqueletos como herramienta de enseñanza en el área de la robótica no solo proporcionará a los estudiantes una comprensión profunda de esta tecnología, sino que también fomentará la innovación y el desarrollo de nuevas aplicaciones, este enfoque práctico y

teórico asegurará que los estudiantes estén bien preparados para enfrentar los desafíos del futuro en el campo de la robótica, implementar este curso en universidad permitirá fortalecer los conocimientos y la adquisición de conocimiento de los estudiantes, lo que les permitirá aportar mejores soluciones prácticas en el área laboral.

Es imperativo que las universidades realicen convenios o adquieran este tipo de tecnología para implementarla en el aula, con esto estarán formando estudiantes y docentes que podrán desarrollar ese tipo de tecnología a costos de mercado más accesibles para que los beneficios que traen consigo los exoesqueletos puedan ser aprovechados por cualquier persona.

## REFERENCIAS

- [1] G. Chen, C. K. Chan, Z. Guo y H. Yu (2013). Una revisión de los exoesqueletos robóticos de asistencia para las extremidades inferiores en la terapia de rehabilitación. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 41, 343-363.  
<https://doi.org/10.1615/critrevbiomedeng.2014010453>
- [2] M. S. Ibarra-Sáiz, G. Rodríguez-Gómez, J. F. Lukas-Mujika, y A. Santos-Berrondo, "Medios e instrumentos para evaluar los resultados de aprendizaje en másteres universitarios. Análisis de la percepción del profesorado sobre su práctica evaluativa," *Educación XX1*, 2023.  
<https://doi.org/10.5944/educxx1.33443>
- [3] REASISTE (2024). "Curso Introducción a los exoesqueletos robóticos de miembro inferior," [Online]. Available: <https://reasiste.umh.es/portfolio/material-exoesqueletos-roboticos/>.
- [4] SESST (2019). "EXOESQUELETOS - SOCIEDAD ESPAÑOLA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO". [Online]. Available: <https://www.sesst.org/wp-content/uploads/2019/12/guia-exoesqueletos.pdf>.
- [5] REASISTE (2024). "Indicadores Biomecánicos | Medición de Resultados de Intervenciones en Rehabilitación de Marcha". [Online]. Available: <https://reasiste.umh.es/portfolio/material-exoesqueletos-roboticos/>
- [6] A. I. Andrés Martínez, E. Martínez Santamaría, L. Berges Borque, Á. Marzal Rubio, M. Blázquez Rubio, y B. Gil Pardos, "Efectividad de las ortesis robóticas (exoesqueleto) en lesión medular," *Revista Sanitaria de Investigación*, vol. 31, pp. 1-10, Oct. 2021.
- [7] A. F. Contreras-González, D. Pont-Esteban, J. L. Samper-Escudero, D. Cantalejo-Escobar, M. A. Sánchez-Urán, y M. Ferre, "Exoesqueleto híbrido para rehabilitación de las extremidades superiores," *XLII Jornadas de Automática Robótica*, pp. 599-604, 2021.
- [8] SESST (2018). "Exoesqueletos - Sociedad Española de Salud y Seguridad en el Trabajo".
- [9] OSHA (2019). "Impacto de la utilización de los exoesqueletos sobre la seguridad y la salud".
- [10] "Exoskeletons in Rehabilitation," *Journal of Robotics and Automation*, vol. 45, no. 3, pp. 123-130, 2020.

# ESTUDIO DE LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) EN LA CONSTRUCCION Y LAS PRINCIPALES APLICACIONES INFORMATICAS DISPONIBLES

**Jesús Manuel Bernal Camacho<sup>1</sup>, Ana Paulina Alfaro Rodríguez<sup>2</sup>, Mónica del Carmen Olivarría González<sup>2</sup>, Edgar Omar Burgueño Sánchez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Facultad de Ingeniería y Tecnología Mazatlán, Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)*

<sup>2</sup> *Facultad de Informática Mazatlán, Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)*

## Resumen

Los constantes avances tecnológicos han revolucionado un gran número de sectores productivos en el mundo y en nuestro país. La ingeniería civil en el ramo de la construcción, ha experimentado estos beneficios potenciando la concepción de obras de magnitudes nunca antes pensadas. El desarrollo de estas tecnologías se ha dado en manos de científicos, profesionales y técnicos afines al ramo, lo cuales gracias a su empeño han permitido la creación de nuevos materiales, equipos, maquinaria avanzada y aplicaciones informáticas de alta calidad. La creación de programas computacionales con potentes funciones e intuitivos para el usuario, han permitido detonar teorías y metodologías que sin la presencia de estas plataformas no hubiera sido posible que emergieran al área profesional. Es así el caso de la Metodología Building Information Modeling (BIM), la cual tiene como eje principal conseguir un trabajo colaborativo y simultaneo durante la concepción y gestión de proyectos de edificación y obra civil. Para lograr esta meta ha sido necesario la interacción de profesionales que funjan como agentes facilitadores y que muestren el dominio total de la metodología y de las aplicaciones informáticas relacionados con su área de experties. Asimismo, se ha detectado que la rápida evolución de la metodología BIM de la mano de las plataformas digitales, no ha sido acompañada con la adaptación de planes de estudios y cursos que ayuden en la formación de los profesionales. Para atender estas necesidades es importante que desde la formación de los alumnos en las aulas tengan clara la importancia de BIM y las grandes ventajas que se obtienen una vez que se logra su implementación. Para analizar detalladamente las ideas antes mencionadas, se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica que permitió establecer resultados y definir conclusiones del desarrollo y estado actual de la metodología BIM en el ámbito de la construcción.

Palabras clave: Construcción, implementación, Metodología BIM, software, tecnologías, trabajo colaborativo.

## Abstract

The constant technological advances have revolutionized a large number of productive sectors in the world and in our country. The civil engineering in the construction area has experienced important changes related with the technology, which has permitted the conception of project of magnitudes never before thought. The development of these technological advances has been in hands of scientist, professionals and technics, which thanks to their efforts have created new materials, new equipment and latest technology machinery and high quality software. The creation of computer programs with powerful functions and highly intuitive environment for the user, has allowed the development of theories and methodologies, which without the presence of these platforms would not have been possible to emerge in the professional area. This is the case of the Building Information Modeling (BIM) Methodology, whose main axis is to achieve collaborative and simultaneous work during the conception and management of building and civil works projects. To achieve this goal, it has been necessary to interact with professionals who serve as facilitating agents with complete mastery of the methodology and software related to their area of expertise. Likewise, it has been detected that the rapid evolution of the BIM methodology, hand in hand with digital platforms, has not been accompanied by the adaptation of study plans and courses that help them in the training of professionals. To cover these needs, it is important that from the training of students in the classrooms they are clear about the importance of BIM and the great advantages that are obtained once its implementation is achieved. To analyze in detail the aforementioned ideas, an exhaustive bibliographic review was carried out that allowed

establishing results and defining conclusions of the development and current state of the BIM methodology in the field of construction.

Keywords: Construction, implementation, BIM Methodology, software, technologies, collaborative work.

## 1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el ámbito de la construcción ha evolucionado de manera vertiginosa impulsado por la presencia de nuevos materiales y nuevas tecnologías que buscan la optimización de los recursos, desde el momento de la concepción del proyecto hasta su puesta en marcha. Las áreas de digitalización, diseño, ejecución, supervisión y gerencia de los proyectos no han sido la excepción, su evolución también ha sido requerida y se ha basada en la implementación de software (aplicaciones informáticas) que permiten trabajar de manera colaborativa en un entorno multidisciplinario facilitando la simultaneidad durante la elaboración de los proyectos.

La globalización de la información ha generado la necesidad de desarrollar nuevos procesos y metodologías que permitan obtener la mayor ventaja de los avances tecnológicos mediante respuestas objetivas y precisas. Con el objetivo de cubrir esta necesidad surge la metodología Building Information Modeling (BIM), la cual consiste en gestionar la información que involucran diversas disciplinas bajo un mismo esquema. El origen de BIM se deriva de los grandes avances tecnológicos y con las primeras computadoras que permitían manejar un gran número de información y generar cálculos más precisos para evitar errores, surgieron empresas pioneras que dieron origen a las bases que conocemos como BIM, una de esas empresas fue la húngara Graphisoft -muy conocida por su *software* Archicad-, que desde 1994 implementó el nombre 'Virtual building' [1].

En relación al desarrollo e idónea implementación de la metodología BIM, estudios recientes han identificado que es sumamente necesario que sea inculcada en los profesionales de la construcción desde el momento que se encuentran en el aula adquiriendo conocimientos. De igual manera se han detectado como áreas de oportunidad de mejora la optimización de las estructuras organizacionales de las empresas que desean implementar BIM y el uso de mayor cantidad de aplicaciones informáticas que cubran la totalidad de los proceso de la metodología BIM.

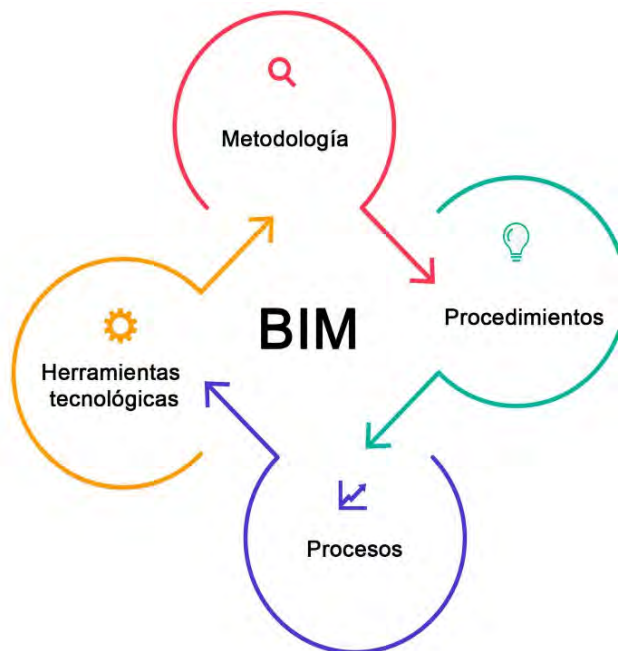


Figura 1 Representación esquemática de la Metodología Building Information Modelling

## 2 METODOLOGIA “BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)”

La metodología Building Information Modeling (BIM) se basa en el trabajo colaborativo para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. Sus principales aplicaciones radican en el desarrollo de diseños, ejecución y dirección de proyectos de construcción de edificios e infraestructura por parte de arquitectos, ingenieros y constructores [2]. La metodología BIM coadyuva en la profesionalización de los proyectos, mediante la determinación de directrices que pueden ser ejecutadas de manera simultánea entre las diferentes especialidades que interactúa en el proceso de concepción del proyecto, siendo respetuosos de los tiempos, procesos y movimientos de cada especialidad [3], [4].

Hoy en día la metodología BIM se ha convertido en la tecnología de tendencia dentro de las disciplinas de arquitectura e ingeniería, aun y cuando es posible establecer que sus usos y beneficios no se han maximizado en su totalidad [5]. Algunas de las razones predominantes que han propiciado dicha situación radican en la falta de normativa relacionada a BIM, contrato de servicios profesionales que no incluyen el uso de BIM, la falta de incentivos para los colaboradores con habilidades para implementar BIM, etc. Asimismo, en estudios recientes realizados al respecto, se ha definido a la falta de habilidades en BIM por parte de los profesionales recién egresados como la mayor razón para que no se implemente dicha metodología [6].

### 2.1 Enseñanza de la metodología BIM en carreras pertinentes a la construcción

Aun y cuando se han definido diferentes estrategias para impulsar la metodología BIM en las carreras relacionadas al área de la construcción, existen retos importantes que deben ser superados para lograr la completa implementación de esta valiosa herramienta. La mayor parte de estos retos recaen en las universidades, los estudiantes y los programas de estudio de las carreras afines a esta metodología, a continuación se muestran algunos de estos [6]:

- 1) La falta de expertos interesados en compartir sus conocimientos en el aula: Debido a que existe una alta demanda de profesionales capacitados que se sumen a empresas en el ámbito profesional, muchos programas de estudios se enfrentan con grandes dificultades para lograr sumar docentes de calidad que dominen la metodología BIM.
- 2) Falta de interés entre los estudiantes: El aprendizaje del uso e implementación de la metodología BIM significa una curva de aprendizaje de mayor dificultad que los métodos tradicionales de representación gráfica y coordinación de proyectos. Esto significa un reto aun mayor para los estudiantes que practican el autoaprendizaje, ya que al ser una visión novedosa del uso de las tecnologías surgen muchas dudas en el camino del dominio de la aplicación.
- 3) Falta de materias específicas que enseñen la metodología BIM: La lista de materias que integran los planes de estudios de carreras afines a la metodología BIM no considera de manera sustancial la formación del alumno bajo estas teorías. La capacitación de los alumnos suele ser de manera parcial, es decir, se centran principalmente en la representación tridimensional del proyecto arquitectónico, o en algunos casos, se enseña a como representa con aplicaciones informáticas afines a BIM la parte estructural o de ingenierías eléctricas, sanitarias o hidráulicas, pero nunca de manera integral.
- 4) Ausencia de información bibliográfica o tutoriales actualizada: Después de más 15 de años de desarrollo y uso de la metodología BIM dentro de la construcción, no existe un acervo bibliográfico claramente identificado que pueda coadyuvar al alumno o profesionista al momento que desea adquirir conocimientos de BIM [6].

### 2.2 Evolución de la metodología BIM en los proyectos de construcción

Durante muchos años la representación de proyectos en 2 dimensiones es la forma tradicional que se ha implementado para los proyectos de construcción, y por ende, es la más empleada dentro de los planes estudios de las profesiones relacionadas a la construcción. Asimismo, es importante mencionar que los requisitos de la normativa vigente en nuestro país en relación a la presentación de proyectos

arquitectónicos y de ingeniería, se pueden atender con las herramientas que las aplicaciones informáticas en 2 dimensiones ofrecen. Una singularidad importante por destacar del dibujo en 2d, consiste en que el conocimiento previo que requiere el estudiante para la correcta interpretación de los planos se basa en la interpretación de líneas y símbolos, además de su habilidad para la concepción virtual de la estructura. Lo anterior, no representa un gran reto para los alumnos y están en sus manos el adquirir dichos conocimientos a través de la consulta de bibliografía existente [7]. El uso de la metodología BIM ha significado un reto entre los profesionales que se aferran a los procesos de diseño, control y ejecución de proyectos de construcción de la manera tradicional. Las teorías y herramientas que se integran estratégicamente en la metodología BIM, inicialmente llegan a significar un reto de importante escalada, el cual una vez que es alcanzado le abona enormes beneficios al proyecto. La importancia del uso de la metodología BIM radica principalmente en el correcto manejo y control del flujo de la información de las distintas especialidades, diferentes investigación han indicado que los profesionales del área de la construcción se consideran erróneamente expertos en el uso de metodología BIM solamente por ser capaces de hacer uso específico de una aplicación informáticas que facilita una de todas las etapas. Lo anterior, es importante que sea aclarado y asumido por los profesionista, ya que una mala interpretación en alguna de las etapas de la metodología BIM podría significar comprometer de forma importante el éxito de un proyecto [6].

Actualmente el uso de BIM en los proyectos de construcción es latente y sumamente exitoso, la adopción de su teoría ha permitido alcanzar altos niveles de profesionalismo en los proyectos, acortando los tiempos en la concepción de los proyectos ejecutivos. Esto ha sido posible gracias al uso de aplicaciones informáticas especializadas, que permiten concentrar una gran cantidad de información dentro de un modelo tridimensional para analizar y valorar la idoneidad con la que son elaboradas cada especialidad. La representación en 3D del modelo a construir facilita la concepción del proyecto de forma fehaciente, además de que permite representa a detalle características que una representación en 2d no sería posible [8].

## **2.3 Funcionalidad e implementación de la metodología BIM en la construcción**

El éxito y uso de la metodología BIM radica en la aplicación de restricciones paramétricas que deben ser respetadas y adoptadas por todos los usuarios, refiriéndose con esto a cada especialidad del proyecto. De esta forma los procesos de compilado, edición y evaluación de la información y reportes serán fáciles de realizar. A continuación se enlistan los principales beneficios que se detonan durante el uso de la metodología BIM.

### **2.3.1 Visualización virtual de todos los componentes del proyecto**

Es importante mencionar que las aplicaciones informáticas permiten la visualización tridimensional del estado final del proyecto, sumando un grado importante de realismo. Esto hace que la información de la aplicación sea más amigable para usuarios que no tiene una formación técnica pertinente al área de la construcción.

### **2.3.2 Facilidad para generar múltiples alternativas de diseño**

Las relaciones paramétricas, la coherencia del diseño y la generación y el diseño automatizados de componentes detallados permiten a los diseñadores manipular la geometría del diseño de manera eficiente.

### **2.3.3 Resguardo integral de la información de las distintas áreas de diseño**

Dado que cada parte de la información se almacena en las herramientas BIM inmediatamente sin ningún tipo de información en común, es posible evitar la repetición en los sistemas de dibujo. Además, las capacidades de verificación de conflictos de las herramientas de software de integración de modelos se utilizan para identificar y eliminar los choques físicos entre las piezas del modelo, por lo que la integridad geométrica está potenciado.

### **2.3.4 Generación rápida y automática de dibujo y documentos**

Existen distintos grados de automatización para la generación inicial de dibujos y documentos, pero en su mayoría estos son ofrecidos por diferentes paquetes de aplicaciones informáticas BIM. En la mayoría de



los casos es necesario establecer pautas y criterios para que la información se comparta de manera adecuada a las necesidades del usuario.

### 2.3.5 Interacción en diseño y construcción

La automatización de los cambios que se generen se llevan a cabo de manera dinámica, una vez que el departamento de proyectos defina los ajustes, estos se verán reflejados de manera inmediata en el proyecto matriz que es tomado de referencia por el constructor.

### 2.3.6 Rápida respuesta de planes alternativos de construcción

Muchos paquetes comerciales ofrecen la visualización de la construcción en cuatro dimensiones (4D), esto permite controlar tareas y requisitos previos, por ejemplo: el empleo de revisiones de espacio, información y seguridad, finalización de tareas y recursos anteriores, entre otros. De esta manera se puedan realizar los cambios en los planos en cuestión de horas mediante bibliotecas de métodos de construcción.

### 2.3.7 Comunicación en línea de todas las especialidades

El trabajo de forma simultánea sobre un mismo modelo concentrador de información posibilita la comunicación inmediata entre especialidades. Esto dinamiza el cruce de información entre ellas y armoniza su convivencia en los espacios.

### 2.3.8 Optimización del manejo de los espacios

La visualización tridimensional y la percepción realista de los espacios ayuda en la determinación de los proyectos de manera eficiente y óptima. Un valor agregado para quien adquiere un inmueble es que su active represente un entorno de ventajas frente a otros producto del mercado, esto se puede conseguir a través de las aplicaciones informáticas BIM [8].

## 2.4 Estructura organizacional para la metodología BIM en la construcción

La implementación exitosa de la metodología BIM en un proyecto de construcción estará en función de la correcta asignación del equipo de trabajo y los roles que cada elemento activo realiza. Es evidente que dicho arreglo organizacional estará en función del tipo de proyecto que se ejecute. En ocasiones será posible que la función de un equipo pueda ser llevada a cabo por una persona de manera individual [9].

A continuación se establece una propuesta de los equipos que deben intervenir:

- Equipo del promotor / cliente
- Equipo de gestión del proyecto
- Equipo de diseño del proyecto
- Equipo de construcción
- Equipo de operación y mantenimiento

Asimismo es importante definir los roles que los profesionistas que integran los equipos durante la realización de un proyecto coordinado por la metodología BIM. A continuación se establecen los roles de los colaboradores [9]:

- Promotor / Cliente
- Director de proyecto BIM
- Director de la gestión de la información
- Director técnico BIM
- Director de la gestión del diseño
- Director de la gestión de la ejecución
- Director del equipo de trabajo
- Coordinador BIM
- Modelador BIM

- Otros profesionales BIM:
  - analista BIM
  - coordinador CAD
  - director técnico CAD
  - programador de aplicaciones BIM
  - especialista IFC
  - facilitador BIM
  - consultor BIM
  - investigador BIM

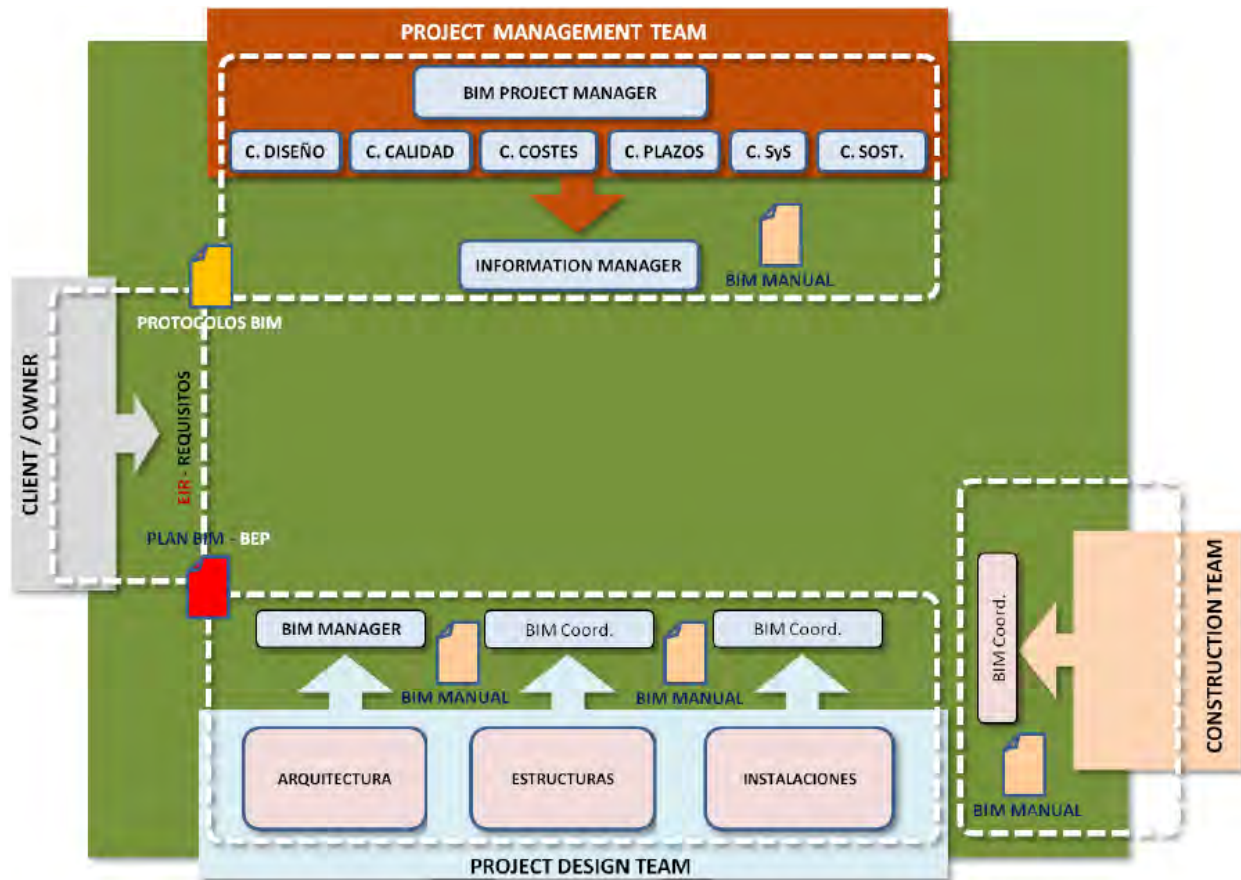


Figura 2 Representación grafica de los equipos que intervienen en la metodología BIM.

## 2.5 Aplicaciones informáticas que implementan la metodología BIM en diferentes fases del proyecto

Las aplicaciones informáticas que implementan la metodología BIM permiten actualizar automáticamente la información que es editada en cualquier parte del modelo. Esto quiere decir que si un elemento es modificado en una planta, se modifica automáticamente en las secciones, alzados y vistas 3D, igual que si se modifica una característica en un listado, cambia automáticamente en todo el proyecto. No hay posibilidad de error humano. La información siempre es coherente. Estas ventajas han potenciado de manera importante el uso de la metodología BIM en las diferentes etapas del proceso como modelado, visualización, planificación de obra, presupuesto y control de obras, gestión ambiental y eficiencia energética, generación de proyectos y diseños de ingenierías. A continuación se muestran los principales aplicaciones informaticas y la función que desempeñan [10].

## 2.5.1 Aplicaciones para el modelado BIM

### ArchiCAD Graphisoft

Es una aplicación informática de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), desarrollado por la empresa húngara Graphisoft, disponible para sistemas operativos Windows y Mac OS. Permite al usuario un diseño paramétrico de los elementos, con un banco de datos que contiene el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto pasando por la edificación y la operación. Mediante esta aplicación informática es posible trabajar con “smart objects” y ha sido uno de los pioneros en BIM, diseñado para generar, no solo dibujos en 2D sino modelos virtuales completos con toda una base de datos con información constructiva. Cuenta con una gran biblioteca de objetos prediseñados como paredes, techos, puertas, ventanas y muebles [11].

### REVIT\_Autocad

Autodesk Revit es una aplicación informática de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico. De este modo, Revit provee una asociatividad completa de orden bi-direccional. Un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas [12].

## 2.5.2 Aplicaciones empleadas como visores BIM

### BIM Collab Zoom

BIMcollab Zoom es una opción para la validación de modelos perfectamente integrada con una plataforma de coordinación BIM como es BIMcollab Nexus. Combina modelos fácilmente, analiza las propiedades de los objetos y encuentra colisiones más rápido que nunca usando herramientas intuitivas [13].

### BIMx Graphisoft

Es uno de los mejores visores del mercado, tanto en versión móvil como en versión escritorio. Con la tecnología Hyper-Modelo, ofrece una navegación fluida dentro del proyecto en 2d y 3d. Tiene compatibilidad total con ArchiCAD. Entre sus mayores ventajas, se encuentra la mejoría de la comunicación y la colaboración con los clientes con modelos virtuales más interactivos. Oculta y aparece elementos 3D, o incluso invierte la vista para un mayor enfoque. Oculta varios elementos al instante por capas, carpetas de capas y combinaciones de capa para controlar su visibilidad [14].

### BIM Vision

Es un visor de modelos IFC gratuitos. Permite visualizar modelos virtuales procedentes de sistemas de CAD como ArchiCAD, Revit, VectorWorks, Allplan y otros sin necesidad de una licencia comercial de estos sistemas o de tener un visor de cada sistema en particular. BIM Visualiza los modelos BIM creados en formato IFC 2x3 y 2x4 [15].

## 2.5.3 Aplicaciones utilizadas para elaborar presupuesto y control de obras por BIM

### Arquimedes (CYPE)

Arquimedes es una herramienta de gestión de obra que permite realizar todo tipo de presupuestos de un proyecto, sus mediciones, certificaciones, múltiples documentos técnicos asociados al proyecto, así como la planificación y el control de obra durante su proceso constructivo [16].

### Presto – Cost It

Puede generar las mediciones completos del modelo, de forma estructurada y con trazabilidad, convertir las mediciones en el presupuesto necesario para valorar o licitar el proyecto y obtener toda información relacionada, como las superficies útiles y construidas, los parámetros relevantes para determinar el precio o la documentación [17].

## 2.5.4 Aplicaciones para controlar la gestión ambiental y eficiencia energética por BIM

### EcoDesigner (Graphisoft)

Permite al usuario realizar la evaluación del rendimiento energético del edificio con una tecnología que cumple las normativas, con el soporte de múltiples bloques térmicos. Como resultado, los diseñadores pueden hacer cálculos de energía de forma dinámica y precisa desde el mismo principio, durante y hasta el final del proyecto [18].

#### Green Building Studio (Autodesk)

Servicio flexible basado en la nube que le permite ejecutar simulaciones de rendimiento del edificio para optimizar la eficiencia energética al principio del proceso de diseño. Tiene herramientas para diseñar edificios de alto rendimiento en una fracción del tiempo y costo menor que los métodos convencionales [19].

### 2.5.5 Aplicaciones utilizadas en el diseño de ingenierías por BIM

#### Cypecad MEP

CYPECAD MEP es un programa para el diseño y dimensionamiento de la envolvente, la distribución, y las instalaciones del edificio sobre un modelo 3D integrado con los distintos elementos del edificio. La aplicación integra en un único modelo todas las instalaciones de un edificio de diversos tipos (viviendas, oficinas, hospitales, centros docentes, comerciales, residenciales, etc.) [20].

#### DDS CAD

Se ha extendido a todo el mundo con su probado aplicación informática CAD/BIM para el diseño de proyectos MEP. Con respecto a la funcionalidad. DDS ofrece soluciones para sistemas eléctricos, sanitarios, calefacción, ventilación, aire acondicionado y sistemas fotovoltaicos. Es compatible con el proceso de diseño Open BIM [21].

#### Tricalc

Aplicación informática que calcula estructuras de acero, de hormigón y de cualquier material, incluso estructuras de concreto con armaduras de acero, y naves de acero con forjados, losas, muros resistentes y muros de contención y pilotes; con una misma forma de trabajo y con todas sus prestaciones [22].

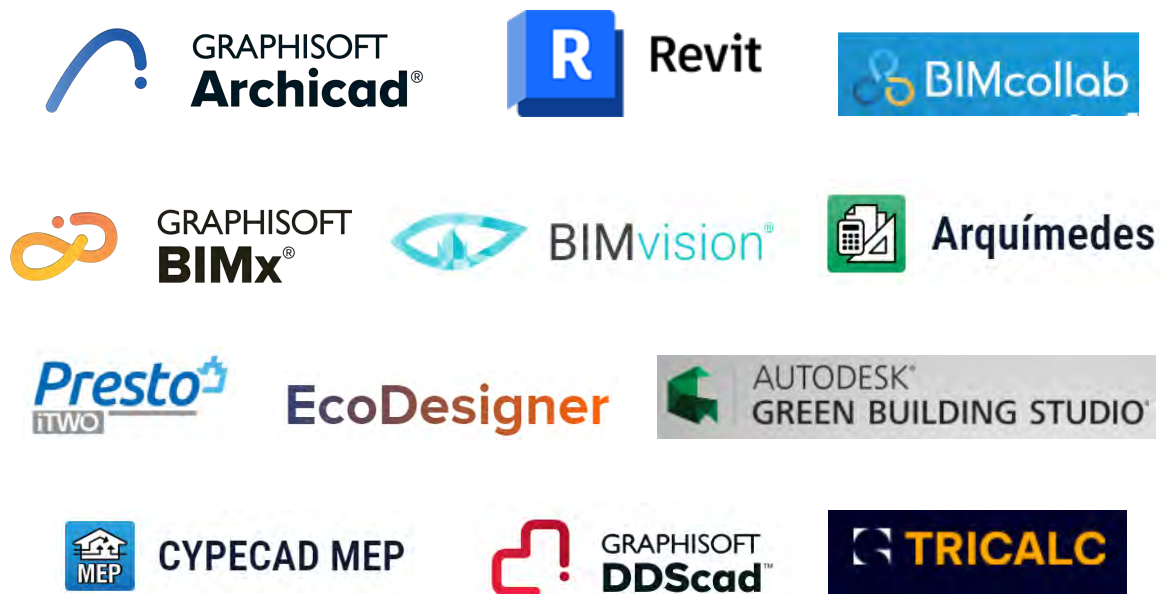


Figura 3 Aplicaciones informáticas implementados para el desarrollo de la metodología BIM en la construcción.

### 3 RESULTADOS

De acuerdo a la información reunida para su análisis se puede establecer que la implementación de la metodología BIM en los proyectos de construcción ha sido posible gracias a los grandes avances tecnológicos que se han generado en las últimas décadas dentro del área de la ingeniería de software. El diseño de una aplicación informática con capacidad para gestionar grandes volúmenes de información ha permitido que la velocidad de ejecución de los proyectos sea cada vez mayor y con altos estándares de calidad. La simultaneidad en la realización de los procesos de las diferentes disciplinas que impactan en un proyecto de construcción ha posibilitado el diseño, ejecución, dirección y operación de proyectos sin precedentes.

Entre los principales retos que se detectan en relación a la implementación de la metodología BIM, esta la falta de cursos que coadyuven en la formación de los alumnos pertinentes al área de la construcción. La forma de representar los proyectos de construcción se ha visto estancando desde hace muchos años en el formato de 2 dimensiones, lo cual atiende a la mayoría de normativas y procesos que se han estandarizado en muchos países. Asimismo, se ha identificado la falta de bibliografía accesible y bien conformada que sirva de guía para los profesionista que tengan el interés de aprender e incursionar en el desarrollo de proyectos basados en las directrices de la metodología BIM.

Las principales ventajas del uso de BIM radican en ofrecer a los usuarios una visualización virtual con un alto grado de realismo de todos los componentes del proyecto, una mayor rapidez para generar múltiples alternativas de diseño, una correcta captación y resguardo de la totalidad de la información del proyecto, la generación automática de dibujos y documentos, la fácil interacción entre el área de diseño y construcción, entre otras tantas alternativas que permiten una conformación precisa del proyecto. La programación de las diferentes aplicaciones informáticas compatibles con BIM, ha radicado en la atención de las diversas áreas que un proyecto de construcción demanda, desde el inicio en la fase de diseño arquitectónico y de ingenierías pasando por el cálculos de los costos del proyecto ejecutivo, el control y supervisión del proyecto hasta llegar al funcionamiento y operación del mismo. Las aplicaciones informáticas analizadas en el presente documento no son posible de comparar sus ventajas y desventajas entre ellas ya que brindas soluciones a diferentes aspectos dentro del área que se ubican.

### 4 CONCLUSIONES

El uso de la metodología BIM ha revolucionado el área de la construcción mediante la dinamización de los procesos que realizan las especialidades que se suman al interior de un proyecto de construcción de forma simultánea y eficaz. La incorporación de la enseñanza de la metodología BIM dentro de los planes de estudios de las carreras afines a la construcción resulta preponderante para que a corto plazo se logre la realización de proyectos BIM de manera cotidiana. La correcta valorización de los profesionales que dominan la metodología BIM debe ser rápidamente impulsada dentro del mercado laboral, ya que de esta forma los profesionista encontrarán estímulos económicos que motiven a la adopción de estos conocimientos. La reglamentación y normativa existente debe requerir, en proyectos que así lo ameriten, el uso obligatorio de las directrices que ofrece la metodología BIM con la finalidad de facilitar el acceso, control y supervisión de la información que gira en torno a un proyecto de construcción.

La gran variedad de aplicaciones informáticas disponibles en el mercado permiten que desde un aparato móvil o una PC de escritorio puedas visualizar un proyecto en 3 dimensiones con un alto grado de realismo. El uso adecuado de la metodología BIM en los proyectos de construcción permite una convivencia armoniosa de todas las especialidades que se suman en un proyecto de edificación o infraestructura, de esta forma previene una gran cantidad de conflictos y controversias antes de llegar sitio de la construcción. La metodología BIM en pocos años será el único y mejor procedimiento que exista para la concepción de un proyecto de construcción, la tendencia del uso de aplicaciones informáticas en todos los procesos impulsará a que los nuevos profesionista basen sus capacidades en el manejo universal de los paquetes computacionales que se suman a esta metodología.

### REFERENCIAS

- [1] <https://www.duabitad.com/mosaico/qu-es-bim-cmo-implementarlo>

- [2] Jia Yi, C., Seow, T. W., Kai Chen, G., & Shafii, H. (2021). Waste Minimization in Construction Using Building Information Modeling (BIM) Approach. *Research in Management of Technology and Business*, 2(1), 999-1020.
- [3] Mehrbod, S., Staub-French, S., Mahyar, N., & Tory, M. (2019). Beyond the clash: Investigating BIM-based building design coordination issue representation and resolution. *Journal of Information Technology in Construction*, 24(October 2017), 33–57.
- [4] Ganbat, T., Chong, H. Y., Liao, P. C., & Wu, Y. Di. (2018). A Bibliometric Review on Risk Management and Building Information Modeling for International Construction. *Advances in Civil Engineering*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8351679>
- [5] Zhao, D., McCoy, A. P., Bulbul, T., Fiori, C., and Nikkhooda, P. 2015. "Building Collaborative Construction Skills through BIM-integrated Learning Environment." *International Journal of Construction Education and Research* 11 (2): 97-120.
- [6] Huang, Y. (2018). A Review of Approaches and Challenges of BIM Education in Construction Management. *Journal of Civil Engineering and Architecture*
- [7] Zolfagharian, S., Gheisari, M., Irizarry, J., and Meadati, P. 2013. "Exploring the Impact of Various Interactive Displays on Student Learning in Construction Courses." In *Proceedings of the 120th ASEE Annual Conference and Exposition, Atlanta, GA*
- [8] Abd Jamil, A.H. and Fathi, M.S. (2018), "Contractual challenges for BIM-based construction projects: a systematic review", *Built Environment Project and Asset Management*, Vol. 8 No. 4, pp. 372-385. <https://doi.org/10.1108/BEPAM-12-2017-0131>
- [9] Building Smart Spain, "Que es BIM", 2018, Disponible: <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- [10] KAIZEN (2015). *Arquitectura y Ingeniería, "Que es el BIM"*. Disponible <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
- [11] Graphisoft, "Archicad-BIM por arquitectos para arquitectos, 2024, Disponible: <https://graphisoft.com/mx/solutions/archicad>
- [12] Autodesk Revit: software BIM para diseñar y crear todo lo que te propongas, 2024, Disponibles: <https://www.autodesk.com/mx/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
- [13] BIMcollab, "Lidera la colaboracion basada en modelos", 2024, Disponible: <https://www.bimcollab.com/es/>
- [14] Graphisofa BIMx (2024). BIMx explora, involucre, moviliza. Disponible: <https://graphisoft.com/es/solutions/bimx>
- [15] BIMvision, "BIM Vision FOR WHOM", 2024, Disponible: <https://bimvision.eu/es/descargar/>
- [16] CYPE, "Soluciones para profesionales: Arquimedes", 2024, Disponible: <https://info.cype.com/es/software/arquimedes/>
- [17] Presto iTWO, "BIM-Cost-it- IFC, 2024, Disponibles: [https://prestosoftware.mx/cost\\_it](https://prestosoftware.mx/cost_it)
- [18] Graphisoft (2024) "EcoDesigner STAR" Disponible <https://graphisoft.com/es/downloads/ecodesigne>
- [19] Autodesk Green Building Studio, "Building Performance Analysis", 2024, Disponible: <https://gbs.autodesk.com/gbs>
- [20] Cype, "Soluciones para profesionales: CYPECAD MEP", 2024, Disponible: <https://info.cype.com/es/software/cypecad-mep/>
- [21] Graphisoft (2024). Intelligent planning of building systems. Disponible <https://graphisoft.com/solutions/ddscad>
- [22] Graitec, "Tricalc, calculo estructural", 2024, Disponible: <https://graitec.com/es/products/tricalc/>

# IMPACTO DE LA PROXIMIDAD DE LOS PUNTOS DE INTERÉS EN LA CONGESTIÓN DE TRÁFICO: UN ENFOQUE BASADO EN LA DENSIDAD DE KERNEL

Ernesto de la Cruz-Nicolás<sup>1,2</sup>, Hugo Estrada-Esquível<sup>1</sup>, Alicia Martínez-Rebollar<sup>1</sup>, Odette Pliego-Martínez<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, (MÉXICO).

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Cuautla (MÉXICO)

<sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México / Tecnológico de Milpa Alta (MÉXICO)

## Resumen

Esta investigación examina cómo la proximidad de puntos de interés, como tiendas, restaurantes, hospitales, escuelas, parques y oficinas, influye en la congestión del tráfico en áreas urbanas. Utilizando un enfoque de Densidad de Kernel, el análisis busca entender cómo la concentración de estos puntos afecta los patrones de tráfico y la densidad en diferentes zonas. El método de Densidad de Kernel permite estimar la intensidad del tráfico en áreas específicas, creando centroides de áreas dinámicas que muestra las regiones con mayor y menor congestión. El estudio integra datos geoespaciales sobre la ubicación de puntos de interés y los patrones de tráfico, identificando correlaciones entre la cercanía de estos puntos y los niveles de congestión. Los resultados indican que una alta densidad de puntos de interés en una zona tiende a incrementar el tráfico y la congestión, especialmente en áreas de alto atractivo comercial o recreativo. El estudio proporciona información valiosa para urbanistas y responsables de transporte al ofrecer alternativas sobre cómo la ubicación de puntos de interés puede ser optimizada para mejorar la fluidez del tráfico y reducir la congestión en áreas urbanas.

Palabras clave: Congestión de tráfico, densidad, kernel, puntos de interés.

## Abstract

This research examines how the proximity of points of interest, such as shops, restaurants, hospitals, schools, parks, and offices, influences traffic congestion in urban areas. Using a Kernel Density approach, the analysis seeks to understand how the concentration of these points affects traffic patterns and density in different zones. The Kernel Density method allows for estimating traffic intensity in specific areas, creating centroids of dynamic areas that highlight regions with higher and lower congestion. The study integrates geospatial data on the location of points of interest and traffic patterns, identifying correlations between the proximity of these points and congestion levels. The results indicate that a high density of points of interest in an area tends to increase traffic and congestion, especially in zones with high commercial or recreational appeal. The study provides valuable insights for urban planners and transportation officials by offering perspectives on how the location of points of interest can be optimized to improve traffic flow and reduce congestion in urban areas.

Keywords: Traffic congestion, density, kernel, points of interest.

## 1 INTRODUCCIÓN

La congestión del tráfico es uno de los problemas más preocupantes que enfrentan las ciudades modernas [1]. A medida que las áreas urbanas crecen y se desarrollan, el aumento en la densidad de población y el crecimiento económico generan una presión adicional sobre las infraestructuras de transporte, intensificando los problemas de congestión de tráfico [2]. En este contexto, los puntos de interés (POIs) tales como centros comerciales, restaurantes, escuelas, hospitales, oficinas y lugares de entretenimiento juegan un papel importante en la movilidad vehicular. La ubicación y concentración de estos POIs pueden

influir significativamente en los patrones de movilidad y en los niveles de congestión en distintas zonas geográficas de la ciudad [3], [4].

Esta investigación se centra en la relación entre la proximidad de POIs y la congestión del tráfico de las calles mediante el uso de una técnica avanzada de análisis espacial. Utilizando un enfoque de Densidad de Kernel, el estudio busca proporcionar una comprensión de cómo la distribución espacial de estos puntos impacta en la intensidad del tráfico en diferentes calles urbanas. El método de Densidad de Kernel es una técnica estadística que permite la visualización de datos espaciales en forma de mapas de calor [5], facilitando la identificación de patrones y áreas de alta congestión.

La relevancia de este análisis radica en su capacidad para ofrecer una perspectiva clara sobre cómo la concentración de POIs puede contribuir a la congestión del tráfico. Al integrar datos sobre la ubicación de POIs con información sobre patrones de tráfico, el estudio no solo proporciona una visión detallada de las interacciones entre estos factores, sino que también ofrece un modelo de función de kernel. La comprensión de estas interacciones es esencial para desarrollar estrategias efectivas que puedan mitigar los problemas de congestión y mejorar la movilidad en las ciudades.

Además, los resultados de este estudio pueden informar a los responsables de la formulación de políticas y a los planificadores urbanos sobre cómo la disposición de POIs en el entorno urbano puede ser optimizada para promover un flujo de tráfico más eficiente. Al identificar las calles donde la proximidad de POIs genera una mayor congestión, se pueden implementar intervenciones más específicas y orientadas a reducir los embotellamientos y mejorar la calidad de vida urbana. En última instancia, este estudio contribuye a una comprensión más profunda de los POIs que afectan la congestión del tráfico y proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas en el ámbito del urbanismo y el transporte.

## 1.1 Trabajos relacionados

La congestión de tráfico es un problema urbano significativo que existe en grandes ciudades del mundo. La rápida urbanización, y el incremento de la demanda de transporte, ha llevado a una mayor necesidad de comprender las dinámicas que contribuyen a la congestión vial. Un aspecto relevante es el impacto de la proximidad de los POIs a las redes viales en la congestión del tráfico, debido al desequilibrio en la distribución de empleos, puntos de recreación, salud, educación y viviendas [6].

El enfoque de Densidad de Kernel se ha utilizado para mapear la distribución espacial de los POIs y evaluar su impacto en la congestión del tráfico. Los estudios han demostrado que los POIs cercanos a las principales vías de transporte pueden tener un impacto significativo en la congestión vial [7]. La investigación de [8] ha mostrado que, en áreas urbanas densamente pobladas, los POIs que se relacionan con las actividades sociales, como centros comerciales y zonas recreativas, contribuyen significativamente a la congestión debido a los altos flujos de tráfico generados en estas zonas.

En la investigación de [9] analizaron los POIs con flujos bidireccionales, como los centros comerciales que atraen tanto a los residentes locales como a los visitantes, son más propensos a causar congestión que los POIs con flujos unidireccionales, como las oficinas y fábricas que operan principalmente durante las horas laborales [10]. El uso de Densidad de Kernel se ha utilizado en varios enfoques como el trabajo de [11] ha desarrollado un modelo para el reconocimiento de puntos críticos de accidentes utilizando un enfoque basado en la estimación de Densidad de Kernel adaptativa combinado con un índice de riesgo vial. Este modelo emplea el método de estimación de Densidad de Kernel adaptativa para identificar y analizar la concentración de accidentes en áreas específicas, permitiendo así determinar el porcentaje de accidentes ocurridos en distintos agrupamientos de calles.

La investigación de [12] identifica y clasifica las zonas de alta densidad de accidentes empleando métodos como la Estimación de Densidad de Kernel y la delimitación de áreas de alta densidad. El objetivo principal es localizar las áreas con mayor peligro y congestión de tráfico. La Densidad de Kernel destaca como una herramienta particularmente adecuada para analizar el impacto de la proximidad de los POI en la congestión del tráfico, ya que permite estimar la densidad espacial de manera no paramétrica. Esta técnica facilita la evaluación de cómo la concentración de POI en diferentes áreas afecta los niveles de congestión en las vialidades.

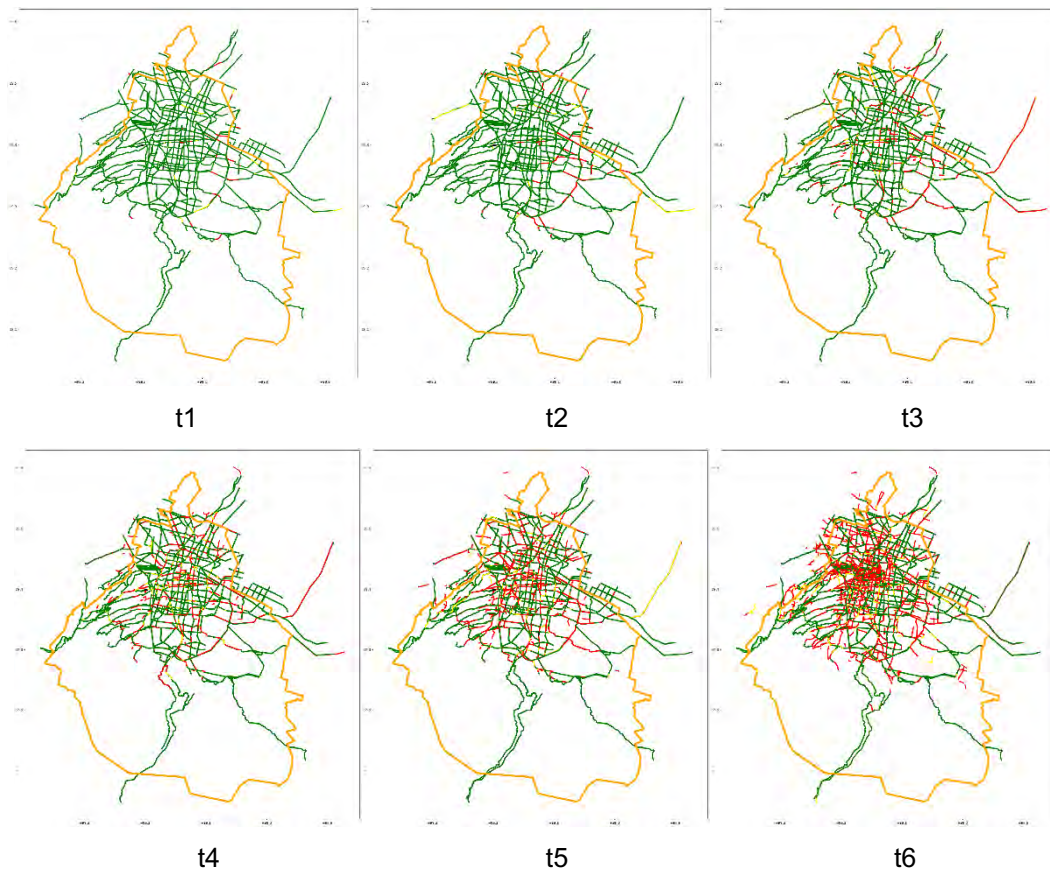


## 2 METODOLOGÍA

Esta sección describe la metodología utilizada para estudiar el impacto de la proximidad de Puntos de Interés (POI) en la congestión del tráfico. La metodología se estructura en cinco fases: la Fase 3.1 presenta el caso de estudio, proporcionando el contexto y alcance del análisis. En la Fase 3.2, se detalla la recopilación de datos, incluyendo información sobre los POI y los datos relacionados con la congestión del tráfico. La Fase 3.3 aborda el preprocesamiento de los datos para asegurar su calidad, consistencia y uniformidad. La Fase 3.4 describe la estimación de la Densidad de Kernel como método clave para analizar la relación entre la proximidad de los POI y la congestión del tráfico. Finalmente, en la Fase 3.5, se realiza el análisis de los resultados, ofreciendo una interpretación detallada de las correlaciones identificadas entre la densidad de los POI y los niveles de congestión

### 2.1 Caso de estudio

La Ciudad de México, una de las urbes más grandes y congestionadas del mundo según [13], ofrece un escenario clave para examinar el impacto de la proximidad de los puntos de interés (POI) en la congestión vial. Con una alta densidad poblacional y redes de transporte complejas, la ciudad enfrenta grandes retos en la gestión del tráfico [14]. Según el informe de INRIX 2023, la Ciudad de México se mantiene entre las ciudades más congestionadas del mundo. El comportamiento del tráfico en sus calles varía dinámicamente a lo largo de la semana, como se ilustra en la Figura 1.



*Figura 1. En distintos momentos (t1-t6), las calles presentan un alto nivel de fluidez en la movilidad; sin embargo, en ciertos periodos, esas mismas vías pueden volverse completamente congestionadas.*

## 2.2 Recopilación de datos

Se recopilan datos extensivos sobre POIs en las 16 alcaldías de la Ciudad de México, abarcando centros comerciales, restaurantes, oficinas y atracciones culturales, utilizando la fuente Geoapify [15]. Concurrentemente, se obtienen datos de congestión del tráfico a través de aplicaciones de mapas, como TomTom Traffic [16] y Here Maps [17], con intervalos de cinco minutos. Estos datos se recogen durante el período de febrero a julio de 2024, las 24 horas del día, acumulando aproximadamente 1 gigabyte de información sobre el tráfico de manera diaria.

### 2.2.1 Datos de puntos de interés

Para la recolección de datos de POIs en la Ciudad de México, se utilizó la plataforma Geoapify, que ofrece información detallada sobre una amplia variedad de POI en las 16 alcaldías de la ciudad. Esta fuente cubre diversas categorías, incluyendo alojamiento, comercios, restaurantes, educación, cuidado infantil, entretenimiento, atención sanitaria, ocio, oficinas, turismo, y servicios, entre otros, asegurando una cobertura exhaustiva de los principales lugares de interés. Se extrajeron los datos para representar de manera precisa la distribución y densidad de los POI en cada área, colocando 10 centroides en cada alcaldía, obteniendo un total de 160 centroides colocados en la Ciudad de México. La información obtenida se centró en la proximidad entre los POI y las calles situadas en el área de cada centroide de cada calle, en la figura 2 se muestran en puntos de diferentes colores los puntos de interés recolectados de la ciudad de México.

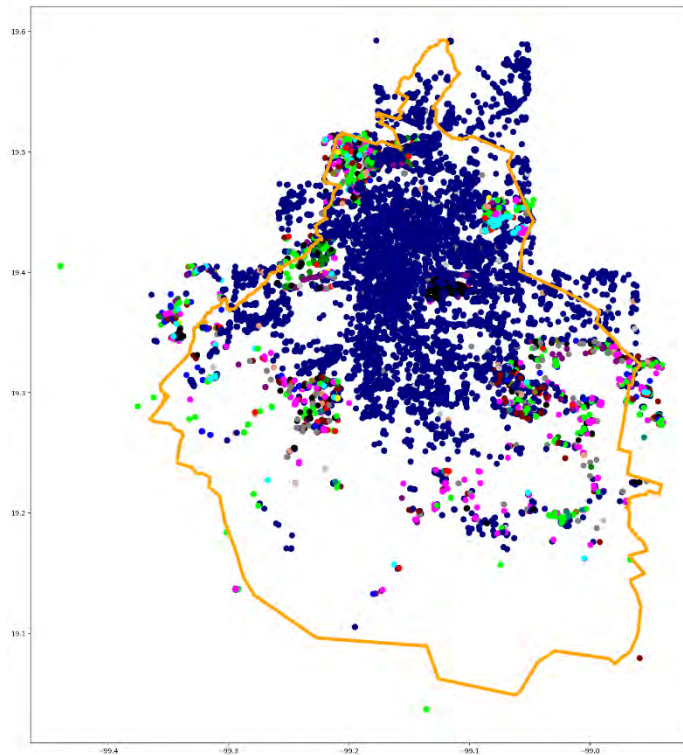


Figura 2. Puntos de interés que se encuentran en las distintas calles de la Ciudad de México.

### 2.2.2 Datos de congestión del tráfico

Se realizó la recolección de datos de tráfico en 7,024 calles principales de la Ciudad de México, distribuidas por alcaldía como se muestra en la Tabla 1. Para esta tarea, se emplearon las aplicaciones de mapas Here Maps y TomTom Traffic, capturando datos de flujo de tráfico las 24 horas del día en intervalos de 5 minutos. Este enfoque permitió la generación diaria de aproximadamente 1,000,000 de registros sobre el flujo de tráfico, resultando en un conjunto de datos total de 180,000,000 de registros, denominado Tráfico-POI, que abarca el período de febrero a julio de 2024. Las variables recopiladas, que se detallan en la Tabla 2, abarcan una amplia gama de indicadores para el análisis de la congestión de tráfico.

*Tabla 1. Obtención de datos de congestión de tráfico de las calles de las 16 alcaldías de la Ciudad de México.*

Número	Alcaldía	Número de calles
1	Azcapotzalco	316
2	Coyoacán	488
3	Cuajimalpa de Morelos	199
4	Gustavo A Madero	825
5	Iztacalco	431
6	Iztapalapa	795
7	La Magdalena Contreras	105
8	Milpa Alta	27
9	Alvaro Obregon	682
10	Tláhuac	150
11	Tlalpan	307
12	Xochimilco	382
13	Benito Juárez	512
14	Cuauhtémoc	615
15	Miguel Hidalgo	698
16	Venustiano Carranza	492

*Tabla 2. Variables del flujo de tráfico.*

Número	Variable	Descripción
1	freeFlow	Velocidad máxima permitida, sin encontrar obstáculos significativos como congestiones, paradas frecuentes, o interrupciones en el flujo vehicular.
2	jamFactor	Es una escala que indica qué tan congestionada está un segmento de la calle en un momento dado.
3	length	Se refiere a la longitud de un segmento de carretera o vía en unidades de distancia, como metros o kilómetros.
4	numsegments	Representa una porción individual de la carretera o vía.
5	speed	Se refiere a la velocidad a la que se desplazan los vehículos en un segmento de carretera.
6	speedUncapped	Se refiere a la velocidad real a la que se desplazan los vehículos en un segmento de carretera, sin estar limitada o ajustada por restricciones externas.

## 2.3 Preprocesamiento de datos

El preprocesamiento de los datos de tráfico y de los puntos de interés se realizó en dos etapas, con el objetivo de mejorar la calidad y la uniformidad de los datos. Este proceso incluyó la transformación de datos para mejorar su distribución y la estandarización para corregir las diferentes escalas de las variables. A continuación, se describen en detalle los pasos llevados a cabo:

Paso 1, transformar los datos: Se utilizó la transformación cúbica [18], aplicada mediante la ecuación 1, en el conjunto de datos de Tráfico-POI.

$$\text{Variable normalizada} = \sqrt[3]{\text{Variable original}} \quad (1)$$

Los hallazgos derivados de la normalización del conjunto de datos de tráfico y puntos de interés indican que la aplicación de una transformación cúbica ha producido una mejora significativa en la normalidad de los datos. Esta transformación ha permitido una distribución más simétrica y cercana a la normalidad, lo que facilita un análisis más preciso y fiable.

Paso 2, estandarizar los datos: Se realizó la estandarización Z-score [19] en el conjunto de datos de Tráfico-POI, en una escala común con una media de 0 y una desviación estándar de 1. Esta estandarización se efectuó utilizando la ecuación número 2.

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

Dónde:

$z$  es el valor estandarizado.

$x$  es el valor original del dato que se está estandarizando.

$\mu$  es la media del conjunto de datos.

$\sigma$  es la desviación estándar del conjunto de datos.

La estandarización ajustó todas las variables del conjunto de datos de Tráfico-POI a una media de 0 y una desviación estándar de 1. Este proceso asegura que todas las variables estén en una escala uniforme, permitiendo comparaciones directas y consistentes entre ellas.

## 2.4 Estimación de la densidad de kernel para la congestión del tráfico

Para modelar cómo los puntos de interés (POIs) afectan la densidad del tráfico en las calles según su proximidad, se propone una modificación de la función de kernel, tal como se muestra en la ecuación 3, que integre la distancia de cada servicio a los centroides de las calles.

$$C_j = C_{base} + k \cdot \left( \sum_{i=1}^N \frac{P_i}{d(i,j)} \right) \quad (3)$$

Dónde:

$C_j$  es el nivel de congestión en la calle  $j$ .

$C_{base}$  es un nivel base de congestión que depende de condiciones inherentes a la calle, como su capacidad o nivel de uso.

$k$ : es un factor de ponderación que determina cuánto afectan los puntos de interés a la congestión.

$P_i$  es el número de puntos de interés en la posición  $i$ , dentro del área del centroide.

$d(i,j)$  distancia en metros entre el punto de interés  $i$  y la calle  $j$ .

$N$  es el número de puntos de interés en el área del centroide.

Se ubicaron tres centroides con un diámetro de 500 metros en cada calle: uno al inicio, uno en el punto medio y uno al final de la calle, obteniendo un total de 21,072 centroides para toda la Ciudad de México. Se obtuvieron las distancias en metros entre los centroides de las calles y los puntos de interés (POIs) dentro del radio de cada centroide, utilizando el trazado de rutas de Geoapify. Las variables de las distancias se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Variables de distancia entre los centroides de las calles y POIs situados en su área.

Variable	Descripción
C1_dn_POIn	Distancia en metros entre el centroide situado al inicio de la calle y el POI.
C2_dn_POIn	Distancia en metros entre el centroide situado a la mitad de la calle y el POI.
C3_dn_POIn	Distancia en metros entre el centroide situado al final de la calle y el POI.

Aplicando la ecuación 3, se generó un conjunto de datos que representa las distancias entre un centroide y los  $n$  POI circundantes dentro de un área de 500 metros. Esta estrategia se aplicó a los 21,072 centroides. En la tabla 4 se presenta un fragmento de las distancias entre el centroide y los puntos de interés (POI). Se utilizó la nomenclatura  $C_n\_dn\_POIn$  donde  $C_n$  indica la ubicación del centroide: C1 para el inicio de la calle, C2 para el centro de la calle y C3 para el final de la calle. Por otro lado,  $dn$  y  $POIn$  representan el número de la distancia entre el centroide y el POI. Por ejemplo, el centroide con el POI 1 corresponde a  $d_1$ , el centroide con el POI 2 corresponde a  $d_2$ , y así sucesivamente.

Table 4. Distancias entre los centroides y los POI que se encuentran en su área.

Centroide	Distancia con POI	Centroide	Distancia con POI
C1_d1_POI1	301	C1_d8_POI8	79
C1_d2_POI2	422	C1_d9_POI9	96
C1_d3_POI3	467	C1_d10_POI10	387
C1_d4_POI4	104	C1_d11_POI11	120
C1_d5_POI5	75	C1_d12_POI12	450
C1_d6_POI6	30	C1_d13_POI13	252
C1_d7_POI7	81	C1_d14_POI14	67

## 2.5 Análisis

La congestión de tráfico en las ciudades está influenciada por múltiples factores, entre ellos la cantidad y proximidad de POIs como comercios, oficinas y centros de servicio. La concentración de estos POIs en determinadas áreas puede generar un aumento en el tráfico, afectando la fluidez vehicular en las calles cercanas. Para modelar esta influencia, se propone la ecuación 3, es importante considerar tanto la cantidad de POIs como su distancia relativa a las calles. A continuación, se describe cómo la proximidad de los POIs afecta el nivel de congestión de las calles, representado por la variable  $C_j$ .

Si hay muchos puntos de interés cerca de la calle  $j$ , entonces la suma  $\sum_{i=1}^N \frac{P_i}{d(i,j)}$  será alta, lo que aumentará el valor de  $C_j$  generando más congestión en la calle. Por lo contrario, si los puntos de interés están alejados de la calle  $j$ , entonces la afectación en  $C_j$  se reduce debido al aumento de  $d(i,j)$ , generando menor congestión en la calle. Por lo anterior con la teoría difusa se presenta una escala de valores para representar

**Congestión baja (calles en color verde):** Si  $C_j < 0.3$ , la calle tiene un tráfico fluido.

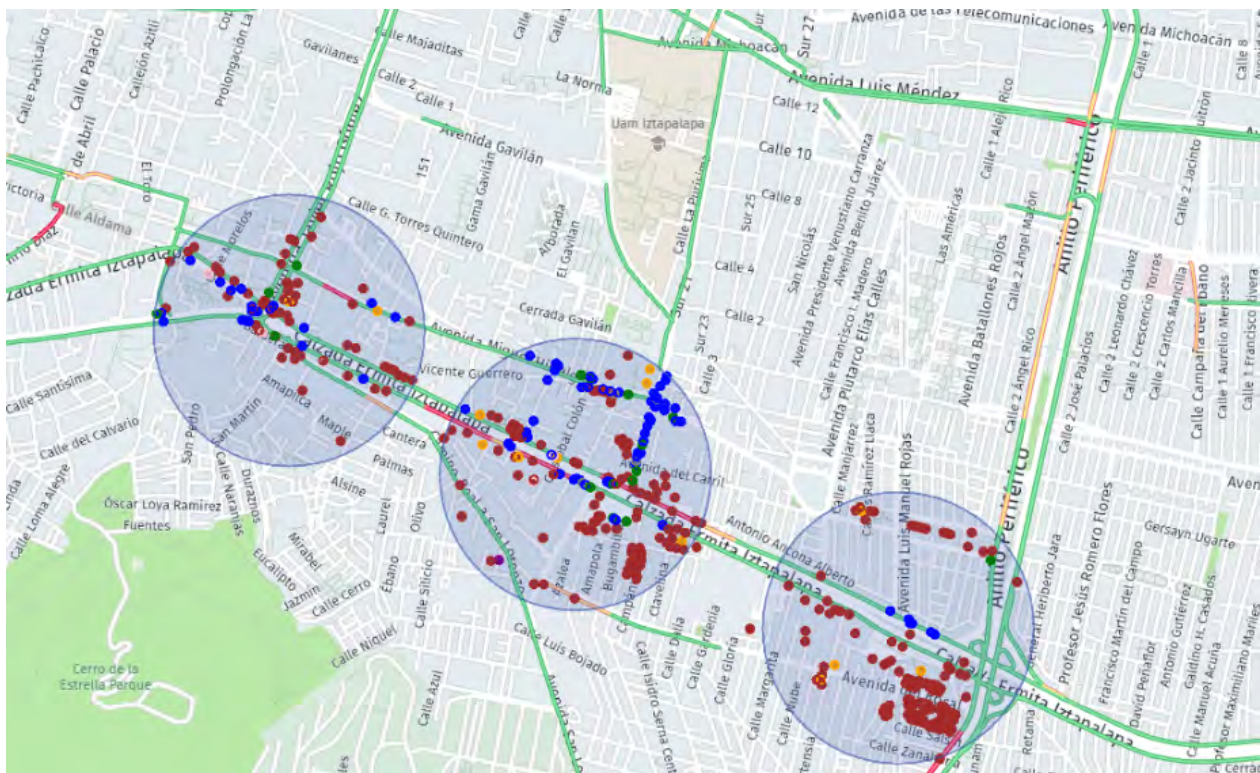
**Congestión moderada (calles en color amarillo):** Si  $0.3 \leq C_j < 0.6$ , la calle experimenta una congestión leve.

**Congestión alta (calles en color rojo):** Si  $C_j \geq 0.6$ , la calle está altamente congestionada.

Este enfoque difuso nos permite modelar la relación entre la densidad de puntos de interés y la congestión de tráfico dentro de un área delimitada por el centroide. La idea clave es que, a mayor densidad de puntos de interés, mayor será la afectación en la congestión de las calles dentro de esa área, como se muestra en la Figura 3.



a)



b)

Figura 3. Las calles asociadas con el centroide 2 muestran una mayor congestión de tráfico en comparación con los centroides 1 y 3. Esto se debe a la mayor cantidad de POIs ubicados en el área del centroide, que se representan mediante puntos de varios colores.

### 3 RESULTADOS

Los resultados revelan que la proximidad de POIs a las redes viales tiene un efecto notable en la congestión del tráfico. La aplicación del enfoque de Densidad de Kernel mostró que áreas con alta concentración de POIs tienden a experimentar mayores niveles de congestión. Los POIs vinculados a actividades sociales y comerciales, como centros comerciales y zonas recreativas, incrementan significativamente la congestión en comparación con otros POIs, como oficinas. Además, se observó que los POIs con flujos bidireccionales, como los centros comerciales que atraen tanto a residentes como a visitantes, contribuyen más a la congestión que los POIs con flujos unidireccionales, como oficinas y fábricas. Los POIs con tráfico flexible,

como restaurantes, generan un impacto mayor en la con-gestión en comparación con los POIs con patrones de tráfico más predecibles, como oficinas gubernamentales. La discusión destaca la importancia de integrar estos hallazgos en la planificación urbana para mitigar la congestión, sugiriendo estrategias como la redistribución de POIs y la mejora de la infraestructura vial en áreas con alta concentración de POIs. Estas recomendaciones buscan mejorar la eficiencia del tráfico y reducir la congestión en las ciudades.

## 4 CONCLUSIONES

La proximidad de POIs a las redes viales tiene un impacto significativo en la congestión del tráfico. Los resultados indican que las áreas con alta concentración de POIs, especialmente aquellos relacionados con actividades sociales y comerciales, experimentan mayores niveles de congestión. Los POIs con flujos bidireccionales y tráfico flexible contribuyen más a la congestión que aquellos con flujos unidireccionales y tráfico predecible. La discusión subraya la necesidad de considerar estos factores en la planificación urbana para mitigar la congestión, sugiriendo estrategias como la redistribución de POIs y la mejora de la infraestructura vial.

Para trabajos futuros, se recomienda realizar investigaciones adicionales que exploren cómo otros tipos de POIs y características urbanas pueden afectar la congestión del tráfico. También se sugiere la aplicación de métodos de análisis espacial en diferentes contextos urbanos y regiones geográficas para validar y generalizar los hallazgos. Además, el desarrollo de modelos predictivos que integren variables dinámicas y el uso de tecnologías emergentes, como el análisis en tiempo real de datos de tráfico y POIs, podrían proporcionar nuevas perspectivas y soluciones más efectivas para la gestión del tráfico.

## REFERENCIAS

- [1] M. Paucara Rojas, S. E. Avilés Córdova, and S. Huaquisto Cáceres, "Utilización De La Microsimulación Para El Estudio De Tráfico Vehicular En Vías Urbanas," *Investig. Desarrollo*, vol. 23 no.1, pp. 67–77, 2023, doi: 10.23881/idupbo.023.1-5i.
- [2] J. Lu, B. Li, H. Li, and A. Al-Barakani, "Expansion of city scale, traffic modes, traffic congestion, and air pollution," *Cities*, vol. 108, 2021, doi: 10.1016/j.cities.2020.102974.
- [3] C. Lu, "Mapping urban spatial structure based on POI (Point of interest) data: A case study of the central city of Lanzhou, China," *ISPRS Int. J. Geo-Information*, vol. 9, no.2, 2020, doi: 10.3390/ijgi9020092.
- [4] H. Zhu, K. Zhang, C. Wang, L. Jia, and S. Song, "The Impact of Road Functions on Road Congestions Based on POI Clustering: An Empirical Analysis in Xi'an, China," *J. Adv. Transp.*, 2023, doi: 10.1155/2023/6144048.
- [5] K. Cheruiyot, "Detecting spatial economic clusters using kernel density and global and local Moran's I analysis in Ekurhuleni metropolitan municipality, South Africa," *Reg. Sci. Policy Pract.*, vol. 4, no.2, pp. 307–327, 2022, doi: 10.1111/rsp3.12526.
- [6] P. Zhao and H. Hu, "Geographical patterns of traffic congestion in growing megacities: Big data analytics from Beijing," *Cities*, vol.92, pp. 164–174, 2019, doi: 10.1016/j.cities.2019.03.022.
- [7] Z. Bao, S. T. Ng, G. Yu, X. Zhang, and Y. Ou, "The effect of the built environment on spatial-temporal pattern of traffic congestion in a satellite city in emerging economies," *Dev. Built Environ.*, vol. 14, pp. 100173, 2023, doi: 10.1016/j.dibe.2023.100173.
- [8] M. Kolat, T. Tettamanti, T. Bécsi, and D. Esztergár-Kiss, "On the relationship between the activity at point of interests and road traffic," *Commun. Transp. Res.*, vol. 3, 2023, doi: 10.1016/j.commtr.2023.100102.
- [9] Y. Li, M. Abdel-Aty, J. Yuan, Z. Cheng, and J. Lu, "Analyzing traffic violation behavior at urban intersections: A spatio-temporal kernel density estimation approach using automated enforcement system data," *Accid. Anal. Prev.*, vol. 141, pp.105509, 2020, doi: 10.1016/j.aap.2020.105509.

- [10] H. Xu and Z. Wang, "Integrating Points-of-Interest and Areas-Of-Interest for Commercial Space Pattern Analysis," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1852, no. 4, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1852/4/042053.
- [11] H. Ge, L. Dong, M. Huang, W. Zang, and L. Zhou, "Adaptive Kernel Density Estimation for Traffic Accidents Based on Improved Bandwidth Research on Black Spot Identification Model," *Electron.*, vol. 11, no. 21, 2022, doi: 10.3390/electronics11213604.
- [12] L. Srikanth and I. Srikanth, "A Case Study on Kernel Density Estimation and Hotspot Analysis Methods in Traffic Safety Management," *Int. Conf. Commun. Syst. NETWORKS, COMSNETS*, pp. 99–104, 2020, doi: 10.1109/COMSNETS48256.2020.9027448.
- [13] B. Pishue, INRIX Global Traffic Scorecard with Q1 2024 Update, INRIX, 2024.
- [14] C. Luiselli, Los desafíos del México urbano, UNAM, 2019.
- [15] Geoapify, <https://www.geoapify.com/places-api/>, last accessed:2024/02/02.
- [16] T. Traffic, <https://developer.tomtom.com/traffic-api/documentation/traffic-flow/flow-segment-data>, last accessed:2024/02/02.
- [17] H. Maps, [https://www.here.com/docs/bundle/traffic-api-developer-guide-v6/page/topics\\_v6.1/resource-parameters-flow.html](https://www.here.com/docs/bundle/traffic-api-developer-guide-v6/page/topics_v6.1/resource-parameters-flow.html), last accessed: 2024/02/02.
- [18] D. Onyekachi, "Cubic Square and Square Root Transformation of a Gamma Distribution: A Comparative Analysis," *International Journal of Applied Science and Mathematical Theory*, vol. 6, no. 3, pp. 26–39, 2020.
- [19] N. Fei, Y. Gao, Z. Lu, and T. Xiang, "Z-Score Normalization , Hubness , and Few-Shot Learning". *IEEE Xplore*, pp.142–151.



# LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN E INGENIERÍA MECATRÓNICA DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CAMPUS COATZACOALCOS

Gabriela Jiménez Arteaga<sup>1</sup>, Oscar Homero Betanzos Valenzuela<sup>1</sup>, Patricia Guadalupe Gamboa Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México - ITS Coatzacoalcos (MÉXICO)

## Resumen

La gestión del conocimiento ocurre en toda organización y se considera como aquel proceso que permite convertir las experiencias de las personas en aprendizajes, dotándolas de habilidades y competencias específicas. En el caso de las Instituciones de Educación Superior (IES), es importante reflexionar acerca de la forma en la que éstas, gestionan el conocimiento en los alumnos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que dicho proceso constituye un factor importante para la calidad educativa, pero sobre todo para formar profesionistas competentes que puedan atender las necesidades del mercado laboral. Tal es así que las IES deben implementar estrategias diferenciadoras que les permitan una gestión efectiva del aprendizaje, considerando dentro de ellas, el uso de herramientas tecnológicas de Inteligencia Artificial (IA). El objetivo del presente artículo es identificar el impacto de la IA en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México (TecNM) Campus Coatzacoalcos. El tipo de estudio fue de enfoque cuantitativo, diseño no experimental y correlacional. Se aplicó un instrumento de investigación debidamente validado mediante el alfa de Cronbach a una muestra de 270 estudiantes pertenecientes a las carreras de Administración y Mecatrónica, y se procesó la información a través del software SPSS v.26. Los resultados mostraron que el coeficiente de correlación es igual a 0.778, con lo cual se aprecia una relación significativa, por lo que acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que el uso de la IA impacta en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos. Se llegó a la conclusión que la IA juega un papel integral en varias dimensiones del proceso educativo y profesional, desde el acceso y la facilidad de uso, hasta la retroalimentación, la colaboración, y la creación de conocimiento. Las correlaciones encontradas sugieren que la percepción positiva en una dimensión, como la accesibilidad, impacta directamente en otras áreas, como la personalización del aprendizaje o la organización del conocimiento.

Palabras clave: Aprendizaje, competencias, gestión del conocimiento, inteligencia artificial.

## Abstract

Knowledge management occurs in every organization and is considered the process that allows people's experiences to be converted into learning, endowing them with specific skills and competencies. In the case of Higher Education Institutions (HEIs), it is important to reflect on how they manage knowledge in students during the teaching-learning process, as this process constitutes an important factor for educational quality, but above all, for training competent professionals who can meet the needs of the labor market. Therefore, HEIs must implement differentiating strategies that allow effective learning management, considering the use of technological tools such as Artificial Intelligence (AI). The objective of this article is to identify the impact of AI on the knowledge management of students in Business Administration and Mechatronics Engineering at the Tecnológico Nacional de México (TecNM) Campus Coatzacoalcos. The study was quantitative, non-experimental, and correlational in design. A duly validated research instrument was applied using Cronbach's Alpha to a sample of 270 students from the Business Administration and Mechatronics programs, and the information was processed using SPSS v.26 software. The results showed that the correlation coefficient is 0.778, indicating a significant relationship, thus accepting the alternative hypothesis and rejecting the null hypothesis. This indicates that the use of AI impacts the knowledge

management of students in Business Administration and Mechatronics Engineering at TecNM Campus Coatzacoalcos. It was concluded that AI plays an integral role in various dimensions of the educational and professional process, from access and ease of use to feedback, collaboration, and knowledge creation. The correlations found suggest that positive perception in one dimension, such as accessibility, directly impacts other areas, such as personalized learning or knowledge organization.

Keywords: Learning, competencias, knowledge management, artificial intelligence.

## 1 INTRODUCCIÓN

La gestión del conocimiento es un término que ha sido abordado en el ámbito organizacional, y se define como la disciplina encargada de diseñar e implementar modelos de gestión que permiten identificar, capturar y compartir el conocimiento entre los miembros de una organización, impulsando la creación de valor y generación de ventajas competitivas [1].

En el caso de las IES, la generación y transmisión del conocimiento es inherente, al desarrollar actividades de investigación científica, docencia, innovación tecnológica y vinculación con el sector productivo. Sin embargo, es de vital importancia detenerse en el proceso de enseñanza-aprendizaje y analizar cómo las IES gestionan el conocimiento en sus estudiantes, para que éstos desarrollen las competencias propias de su profesión y puedan satisfacer las necesidades de personal calificado que demanda el mercado laboral actual.

Tomando en cuenta que, una de las tareas sustantivas de la IES es formar a personas con conocimientos técnicos, científicos y humanistas que contribuyan a resolver las distintas problemáticas de la sociedad, las IES tienen que implementar las estrategias necesarias que les permitan gestionar el conocimiento en sus alumnos de manera efectiva, y una de ellas es hacer uso de la tecnología, como las herramientas de IA.

Las tecnologías de IA tienen el potencial de mejorar la experiencia educativa al facilitar vías de aprendizaje personalizadas y colaborativas [2]. Además, la IA puede ayudar a los alumnos a transformar el aprendizaje pasivo a un enfoque en la resolución de problemas, fomentando así un entorno más activo y participativo [3].

El TecNM campus Coatzacoalcos, es un organismo público descentralizado del Estado de Veracruz que ofrece trece ingenierías, y ha implementado la plataforma Moodle como medio de enseñanza online que promueve el aprendizaje personalizado, guiado por los profesores, quienes además emplean diversas herramientas tecnológicas, dentro de ellas las de IA, para fomentar el aprendizaje.

De acuerdo a lo antes expuesto, se identifica una relación directa entre el uso de la IA y la gestión del conocimiento, puesto que las herramientas de IA ayudan a organizar, almacenar, compartir y generar nuevos conocimientos en los estudiantes.

Por otra parte, se plantea la siguiente interrogante: ¿El uso de la IA impacta en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos?

### 1.1 Marco teórico

Es importante conocer cómo surge el concepto de gestión del conocimiento y su incorporación al ámbito educativo para comprender el efecto que este produce en la adquisición de nuevos aprendizajes.

#### 1.1.1 Antecedentes de la gestión del conocimiento

El concepto de gestión del conocimiento tiene más de tres décadas de existencia, siendo introducido por el científico estadounidense Wiig en 1993, quien lo define como el proceso sistemático para mejorar la comprensión y obtener beneficios a partir del conocimiento y el patrimonio intelectual [4].

El concepto de la gestión del conocimiento surgió en el ámbito organizacional, considerándose como aquel proceso sistémico que permite convertir las experiencias de los empleados en aprendizajes, que son transferidos a los demás trabajadores con el propósito de apropiarlos y alcanzar así los objetivos corporativos [5]. Por otra parte, la gestión del conocimiento es definida como la disciplina encargada de

diseñar e implementar modelos de gestión que permiten identificar, capturar y compartir el conocimiento entre los miembros de la organización, impulsando la creación de valor y generación de ventajas competitivas [1].

El surgimiento del concepto de gestión del conocimiento se analiza en el contexto de los conceptos básicos de gestión organizacional, considerándose como una vía para el desarrollo de la gestión de calidad de los procesos organizacionales [6].

La disciplina de la gestión del conocimiento surgió como un campo científico independiente en 1993, y hoy en día es una de las tendencias de gestión que más rápidamente ha evolucionado, impulsada por factores como la globalización, el avance de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y el crecimiento tecnológico de la ciencia y la producción [7]; llegando a ser un escenario concluyente en el desarrollo de la compatibilidad y su integración a un mundo inmerso en las transformaciones de la sociedad del conocimiento [8].

La gestión del conocimiento no es el conocimiento en sí mismo, sino las condiciones, el entorno y todo lo que hace posible y fomenta dos procesos fundamentales: la creación y la transmisión del conocimiento [9].

Con base a lo anterior puede deducirse que, la gestión del conocimiento es el contexto que hace posible que se genere conocimiento, se transmita y se convierta en nuevos aprendizajes, lo que hará más competitivas a las personas y por ende a las organizaciones.

### *1.1.2 La gestión del conocimiento en el ámbito de la educación*

Para las IES, la creación y transmisión del conocimiento se orienta más hacia la ciencia y la universalidad por medio de la investigación científica, la innovación tecnológica, la docencia y la vinculación con el sector productivo. Asimismo, la gestión del conocimiento y la innovación, promueven en las IES nuevos ambientes de aprendizaje necesarios para la formación de las competencias en los estudiantes.

La gestión del conocimiento implementado en las IES como una estrategia de enseñanza y de aprendizaje se enfoca en el logro de las competencias de los programas curriculares [10].

Por otra parte, el rol del alumno implica tener una actitud dinámica, creativa, participativa, interactiva, crítica y reflexiva frente a su propio proceso de construcción del conocimiento [11].

Desde la teoría del aprendizaje, la gestión del conocimiento se focaliza en el constructivismo social y construcción donde se promueve el aprender a través de un proceso activo, en el cual los alumnos construyen nuevos conceptos basados en el conocimiento anterior [12]. Los alumnos seleccionan y procesan la información con la construcción de hipótesis y la toma de decisiones, y dan significado y organización a las experiencias [13].

Las IES juegan un papel vital como transmisoras del conocimiento, no solo para sus estudiantes, sino también para la comunidad científica y la sociedad en general. Convierten la información en saber, fomentando la creación de un ciclo de aprendizaje continuo y permitiendo el desarrollo de habilidades que contribuyen al crecimiento individual y colectivo. De este modo, las IES deben promover y alimentar una cultura de la gestión del conocimiento, la cual va más allá de la mera transmisión de información, incitando la generación de ideas nuevas y originales, alentando la resolución de problemas y la aplicación de conceptos en escenarios del mundo real [6].

### *1.1.3 La IA y la gestión del conocimiento en estudiantes de nivel superior*

Los años ochenta fueron pioneros en el desarrollo de sistemas de gestión del conocimiento basados en la inteligencia artificial y los sistemas expertos, y surgieron conceptos como adquisición de conocimiento, ingeniería del conocimiento, sistemas basados en el conocimiento, entre otros [14].

Con lo citado anteriormente se demuestra que las TIC, y de manera particular la IA, se han convertido en un recurso clave para la gestión del conocimiento. La IA ha surgido con gran fuerza en la educación, puesto que nuevos métodos de enseñanza, nuevas formas de aprender y de acceder a la información se están propiciando en torno a esta tecnología de vanguardia.

Por lo general en la Educación Superior, los estudiantes tienen acceso a una gran variedad de recursos educativos en línea, y en donde muchos de estos recursos son proporcionados por sus instituciones

educativas. Los estudiantes de nivel superior hacen uso de plataformas interactivas con IA, que les permite estudiar a su propio ritmo, con contenidos y retroalimentación personalizada, y en donde pueden trabajar de manera colaborativa, propiciándose así la gestión del conocimiento.

El uso de la IA en la educación está alineado con los objetivos del desarrollo sostenible, ya que contribuye a la mejora y desarrollo de los procesos educativos [15]. La integración de la IA en la educación puede conducir a la optimización del nivel educativo integral y, en última instancia, contribuir a la excelencia en la formación académica [16].

El uso de la IA en el aula permite gestionar el conocimiento de manera sincrónica y asincrónica, permitiendo a los estudiantes acceder al conocimiento en cualquier momento y lugar. Esta modalidad de acceso al conocimiento fuera de la presencialidad constituye un complemento y refuerzo al conocimiento que se adquiere en el aula, de allí, la importancia y beneficios de la IA para la educación a través del uso de los múltiples medios, herramientas y plataformas digitales que garantizan la competitividad de las instituciones educativas en el mundo digital.

La IA no debe considerarse una amenaza para la inteligencia humana, sino más bien como una herramienta que contribuye a resolver problemas, a mejorar las capacidades intelectuales del ser humano y hacer que su rendimiento sea más productivo. Sin embargo, es necesario que los usuarios promuevan el correcto uso de esta herramienta como una contribución humana para mejorar las capacidades cognitivas, competencias y calidad de vida de las personas en distintos ámbitos; sin que sea percibida como un prototipo elevado a la inteligencia humana [17].

## 1.2 Objetivo

Identificar el impacto de la IA en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos.

## 1.3 Hipótesis

H<sub>1</sub>: El uso de la IA impacta en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos.

H<sub>0</sub>: El uso de la IA no impacta en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos.

## 2 METODOLOGÍA

La presente investigación estuvo enmarcada en el paradigma cuantitativo, diseño no experimental, y correlacional [18]. La muestra fue determinada mediante el software SurveyMonkey, la cual resultó ser de 270 estudiantes de una población de 900 alumnos correspondientes a las carreras de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos.

El instrumento de investigación que se utilizó para recabar la información fue la encuesta, a través de un cuestionario tipo Likert, previamente validado mediante alfa de Cronbach que arrojó un valor de 0.961; el cuestionario estuvo conformado por dieciséis ítems de preguntas cerradas, con el fin de recolectar la información y poder probar las hipótesis.

El procesamiento de la información se ejecutó utilizando estadística descriptiva. La prueba estadística para analizar la relación entre las variables IA y Gestión del Conocimiento fue la correlación de Pearson, y los datos fueron procesados con el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 26.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Análisis de las hipótesis

En este sentido se analizaron las hipótesis y la existencia de las correlaciones entre las variables:

### Correlación entre Inteligencia Artificial y Gestión del conocimiento

H<sub>1</sub>: El uso de la IA impacta en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos.

H<sub>0</sub>: El uso de la IA no impacta en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos.

De acuerdo con los resultados que se presentan en la Tabla 1, el coeficiente de correlación es igual a 0.778, con lo cual se aprecia una relación significativa, por lo que acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que el uso de la IA impacta en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos.

*Tabla 1. Correlación entre Inteligencia Artificial y Gestión del conocimiento.*

			Inteligencia Artificial	Gestión del conocimiento
Rho de Spearman	Inteligencia Artificial	Coeficiente de correlación	1.000	.778**
		Sig. (bilateral)	.	.000
		N	270	270
	Gestión del conocimiento	Coeficiente de correlación	.778**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	270	270

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Elaboración propia a partir del software SPSS Versión 26.

De acuerdo a los resultados que se muestran en la Tabla 2, el coeficiente de correlación es igual a 0.694, lo que indica una relación fuerte entre el uso de herramientas de IA y la percepción de que estas personalizan el aprendizaje. Aquellos que encuentran fácil el acceso y uso de IA también perciben que estas tecnologías personalizan su experiencia de aprendizaje.

*Tabla 2. Correlación entre Accesibilidad y uso de la IA, y Personalización del aprendizaje.*

			Accesibilidad y Uso de la IA	Personalización del Aprendizaje
Rho de Spearman	Accesibilidad y Uso de la IA	Coeficiente de correlación	1.000	.694**
		Sig. (bilateral)	.	.000
		N	270	270
	Personalización del Aprendizaje	Coeficiente de correlación	.694**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	270	270

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Elaboración propia a partir del software SPSS Versión 26.

Los resultados que se presentan en la Tabla 3, muestran un coeficiente de correlación de 0.603, lo que implica una relación muy fuerte entre la colaboración mediante herramientas de IA y la creación de nuevo conocimiento. Este resultado subraya cómo las herramientas de IA facilitan tanto el trabajo colaborativo como el proceso creativo.

*Tabla 3. Correlación entre la colaboración y compartición del conocimiento, y la Creación y generación de nuevo conocimiento.*

			Colaboración y compartición del conocimiento	Creación y generación de nuevo conocimiento
Rho de Spearman	Colaboración y compartición del conocimiento	Coefficiente de correlación	1.000	.603**
		Sig. (bilateral)	.	.000
	Creación y generación de nuevo conocimiento	N	270	270
		Coefficiente de correlación	.603**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	270	270

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Elaboración propia a partir del software SPSS Versión 26.

De acuerdo a los resultados que se muestran en la Tabla 4, el coeficiente de correlación es igual a 0.692, lo que demuestra una fuerte relación entre las capacidades de la IA para almacenar información y su capacidad para ayudar a los usuarios a recuperar y aplicar conocimiento relevante.

*Tabla 4. Correlación entre el Almacenamiento y organización del Conocimiento, y la Recuperación y aplicación del conocimiento.*

			Almacenamiento y organización del conocimiento	Recuperación y aplicación del conocimiento
Rho de Spearman	Almacenamiento y organización del conocimiento	Coefficiente de correlación	1.000	.692**
		Sig. (bilateral)	.	.000
	Recuperación y aplicación del conocimiento	N	270	270
		Coefficiente de correlación	.692**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	270	270

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Nota: Elaboración propia a partir del software SPSS Versión 26.

El análisis muestra correlaciones consistentes y significativas entre las distintas dimensiones evaluadas. Las correlaciones más fuertes se encuentran entre:

La Accesibilidad y uso de la IA, y la Personalización del aprendizaje, esto refleja que cuando los usuarios perciben las herramientas de IA como accesibles y fáciles de usar, tienden a sentir que sus procesos de aprendizaje están mejor personalizados, lo cual puede sugerir que la facilidad de uso es un factor crítico en la adopción y efectividad de la IA en entornos educativos.

La Colaboración y compartición del conocimiento con la Creación y generación de nuevo conocimiento, la fuerte correlación indica que la IA no solo apoya el intercambio de ideas y la colaboración, sino que también fomenta la innovación y la creación de nuevo contenido. Esto puede ser crucial en entornos académicos y laborales donde la IA es vista como una herramienta para mejorar la colaboración.

El Almacenamiento y organización del conocimiento con la Recuperación y aplicación del conocimiento, la relación fuerte entre estas dimensiones subraya el valor de la IA para facilitar la gestión eficiente de la información, desde el almacenamiento hasta su aplicación en situaciones prácticas.

## 4 CONCLUSIONES

Se comprobó la hipótesis alterna de investigación al demostrarse que el uso de la IA impacta en la gestión del conocimiento de los estudiantes de Ingeniería en Administración e Ingeniería Mecatrónica del TecNM Campus Coatzacoalcos.

Las IES deben promover la gestión efectiva del conocimiento en sus estudiantes a través de herramientas de IA, puesto que los empleadores demandan personal calificado que contribuya a hacer más competitiva a sus empresas; tomando en cuenta que, el conocimiento es el recurso más importante para cualquier organización.

La IA debe ser utilizada por los estudiantes con responsabilidad, en el sentido de que debe ser un marco de referencia para la generación de sus productos académicos, evitando la dependencia que pueda mermar la creatividad y el pensamiento crítico.

Las tecnologías de IA en la educación deben tener como objetivo gestionar el conocimiento para mejorar las capacidades humanas en pro de la construcción de un mejor mundo.

La IA juega un papel integral en varias dimensiones del proceso educativo y profesional, desde el acceso y la facilidad de uso, hasta la retroalimentación, la colaboración y la creación de conocimiento. Las correlaciones encontradas sugieren que la percepción positiva en una dimensión, como la accesibilidad, impacta directamente en otras áreas, como la personalización del aprendizaje o la organización del conocimiento.

## REFERENCIAS

- [1] M. Pérez-Montorio, «Gestión del conocimiento: Orígenes y evolución.» El profesional de la información., vol. 25, nº 4, pp. 526-534, 2016.
- [2] O. Tapalova y N. Zhiyenbayeva, «Artificial intelligence in education: AIEd for personalised learning pathways.» Electronic Journal of E-Learning., vol. 20, nº 5, pp. 639-653, 2022.
- [3] R. Zheng y T. Badarch, «Research on applications of artificial intelligence in education.» American Journal of Computer Science and Technology., vol. 5, nº 2, p. 72, 2022.
- [4] K. M. Wiig, si Knowledge Management Foundations: -Thinking about thinking– How people and organizations create, represent, and use knowledge., Schema Press., 1993.
- [5] I. Nonaka y H. Takeuchi, The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation., Oxford University Press., 1995.
- [6] E. J. Zambrano, Y. A. Sánchez, L. D. Loor y S. L. Gómez, «Nuevo paradigma de la gestión del conocimiento en la Educación Superior de Ecuador.» Revista De Ciencias Sociales., vol. 29, nº 3, pp. 249-263, 2023.
- [7] C. E. Sunday y C. C. Vera, «Examining information and communication technology (ICT) adoption in SMEs.» Journal of Enterprise Information Management., vol. 31, nº 2, pp. 338-356, 2018.
- [8] G. A. González, «Gerencia de la investigación y del conocimiento en las universidades colombianas: Algunas reflexiones.» Revista de Ciencias Sociales (Ve)., vol. 28, nº 1, pp. 187-201, 2022.
- [9] P. Rangel, «Aprendizaje de la investigación y gestión del conocimiento en entornos virtuales.» Universitas., vol. 29, nº 3-4, pp. 37-53, 2005.
- [10] K. Chahuán-Jiménez, «Evaluación cualitativa y gestión del conocimiento.» Educación Y Educadores., vol. 12, nº 3, 2010.
- [11] R. Hernández y S. Moreno, «La evaluación cualitativa: una práctica compleja.» Educación y Educadores., vol. 10, nº 2, pp. 215-223, 2007.
- [12] M. Patton, Qualitative research and evaluation methods., Thousand Oaks: Sage, 2002.

- [13] M. Kumar, «Constructivist Epistemology in Action.,» The Journal of Educational Thought., vol. 40, pp. 247-262, 2006.
- [14] D. Valhondo, Gestión del conocimiento: del mito a la realidad., Madrid: Ediciones Deusto - Planeta de Agostini Profesional y Formación S.L., 2004.
- [15] A. A. Alghamdi, «Artificial intelligence in education as a mean to achieve sustainable development in accordance with the pillars of the kingdom's vision 2030—a systematic review.,» International Journal of Higher Education, ., vol. 11, n° 4, p. 80, 2022.
- [16] M. Talaat, «Activating the use of artificial intelligence techniques in higher education.,» 2021.
- [17] N. G. Salguero Barba y S. García, «Gestión del conocimiento basada en la inteligencia artificial para la transformación de las instituciones educativas.,» LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades., vol. 5, n° 3, pp. 1713-1723, 2024.
- [18] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, Metodología de la Investigación., 2014.



# LA REALIDAD VIRTUAL APLICADA A LA SALUD MENTAL Y A LAS HABILIDADES SOCIOEMOCIONALES

René Rodríguez Zamora<sup>1,2</sup>, Álvaro Peraza Garzón<sup>1,2</sup>, Iliana Amabely Silva Hernández<sup>3</sup>, Mónica Avelina Gutiérrez Haros<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México campus Mazatlán (MÉXICO)

<sup>3</sup>Universidad Politécnica de Sinaloa (MÉXICO)

## Resumen

Una de las problemáticas que presenta la sociedad actual tiene su origen en la formación de sus ciudadanos, siendo el desarrollo socioemocional un área de oportunidad a potenciar mediante las innovaciones que la tecnología nos ofrece. El campo de la realidad virtual como herramienta tecnológica, trae consigo una serie de ventajas más allá del entretenimiento, pues proporciona la oportunidad, mediante la experiencia de la recreación de escenarios, la posibilidad de trabajar de manera específica con estrategias de intervención psicológica para promover la salud mental y el desarrollo de las habilidades socioemocionales. En este trabajo se revisan investigaciones en las cuales se aplica la realidad virtual para diversos propósitos y en diferentes contextos, destacando con ello la versatilidad de uso que tiene esta herramienta tecnológica. A partir de esta revisión se propone un prototipo de entorno web con escenarios de realidad virtual para atención psicológica, diseñados para atender ciertos trastornos socioemocionales como la fobia social o miedo a hablar en público en estudiantes universitarios.

Palabras clave: Entorno virtual, habilidades socioemocionales, realidad virtual, salud mental, terapia psicológica.

## Abstract

One of the problems presented by today's society has its origin in the training of its citizens, being the socioemotional development an area of opportunity to enhance through the innovations that technology offers us. The field of virtual reality as a technological tool, brings with it a series of advantages beyond entertainment, because it provides the opportunity through the experience of recreating scenarios, the possibility of working specifically with psychological intervention strategies to promote mental health and the development of socio-emotional skills. In this paper we review research in which virtual reality is applied for different purposes and in different contexts, highlighting the versatility of use that this technological tool has. From this review, a prototype web environment with virtual reality scenarios for psychological care is proposed, designed to address certain socioemotional disorders such as social phobia or fear of speaking in public in university students.

Keywords: Virtual environment, socio-emotional skills, virtual reality, mental health, psychological therapy.

## 1 INTRODUCCIÓN

La acelerada transformación que ha traído consigo el desarrollo de las tecnologías mediante el avance de los medios de información y comunicación ha venido aparejada con el avance de la ciencia, modificando con ello la intervención y atención a todos los ámbitos donde las personas se desempeñan, desde lo personal hasta las formas más complejas de colectividad, entre ellos grupos, organizaciones e instituciones. En lo que respecta a la realidad virtual, esta herramienta tecnológica adquiere una especial importancia para trabajar de manera innovadora la dimensión socioemocional, ya que proporciona la oportunidad de llevar a las personas a experiencias inmersivas, generando con ello áreas de oportunidad para diseñar e implementar estrategias de intervención en las que el uso de la realidad virtual puede complementar el trabajo de los profesionales de la salud mental. En este trabajo se presentan diversas aplicaciones de la realidad virtual en el ámbito de la salud mental, identificando las habilidades

socioemocionales como un elemento fundamental para diseñar un entorno web con escenarios virtuales que puedan adaptarse de acuerdo a lo que requiera un paciente durante las sesiones terapéuticas dirigidas por un profesional de la salud mental.

## 1.1 Realidad virtual

Los antecedentes históricos de la realidad virtual se remontan a mediados del siglo XX con la aparición del "sensorama", creación de Morton Heilig que generaba sensaciones de aroma y viento en una motocicleta; todo simulado en un ambiente tridimensional. Posteriormente, en la década de los 60's, Iván Sutherland demostró a través de su tesis doctoral titulada: "*Sketchpad: a man-machine graphical communication system*" que era posible utilizar las computadoras para crear gráficos interactivos por medio de la utilización de un lápiz óptico para dibujar planos sobre una pantalla, lo que se podría considerar como la primera interfaz gráfica de usuario (GUI por sus siglas en inglés). Así mismo, Sutherland propuso el término "El Despliegue Máximo" (Ultimate Display) [1] y poco después, en 1968, publicó "*A head-mounted three dimensional display*", presentando los resultados de la construcción de un casco para visualizar imágenes con un sistema de seguimiento posicional, sentando con ello un precedente muy importante en el concepto de inmersión, y a su vez colocando las bases para el desarrollo de los actuales cascos de realidad virtual.

Por otro lado, a finales de la década de los 70's y principios de la década de los 80's, Daniel J. Sandin, Thomas A. DeFanti y Richard Sayre [2] desarrollaron la primera interfaz para interconectar un guante con una computadora haciendo uso de fotocélulas que cambian según la cantidad de luz y el pliegue de los dedos. Este tipo de dispositivo se comercializó posteriormente bajo el nombre de "Data Glove" a mediados de la década de los 80's.

El término "realidad virtual" fue acuñado durante la misma década de los 80's por Jaron Lanier [3]. Hoy en día, se concibe a la realidad virtual como una de las áreas de la computación e informática aplicada que consiste en analizar, diseñar e implementar escenarios simulados esencialmente en tres dimensiones que brinden a un individuo la sensación de inmersión dentro de un entorno compuesto por dispositivos para el procesamiento de datos (computadora), dispositivos periféricos de entrada y salida como sensores y efectores, herramientas software para la simulación física y sensorial, así como para la recolección y procesamiento de datos.

Si bien es cierto que hasta hoy en día se asocia la realidad virtual con un ámbito lúdico, particularmente el de la industria de los videojuegos, existe una diversidad de áreas en las que tiene el potencial de aportar como una estrategia alternativa y complementaria en el tratamiento de ciertas problemáticas. Así pues, dentro de estas áreas se pueden ubicar la educación, el *marketing*, la medicina y la psicología por mencionar algunas. En este sentido, en el campo de la psicología la realidad virtual se emplea para el tratamiento de trastornos psicológicos como fobias, ansiedad, estrés postraumático o trastornos alimentarios [4].

El uso de la realidad virtual en psicología ofrece algunas ventajas interesantes; por ejemplo, la adecuación de un entorno virtual permite manipular la exposición de un paciente a ciertas dimensiones clínicamente significativas durante una sesión terapéutica. Además existen ciertos trastornos como la acrofobia en el que los costos y la logística se convierten en elementos decisivos en relación a la exposición en vivo para un paciente [5].

## 1.2 Salud mental y habilidades socioemocionales

De acuerdo a lo expresado en [6] la salud mental desde los inicios del siglo XX alude a varias representaciones, que van desde un estado o condición del individuo, a una serie de patologías psiquiátricas y problemas psicosociales, hasta un de la salud pública que incluye iniciativas sanitarias, sociales y políticas.

En 1950, un comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) presentó una primera definición de salud mental apegada al área de la psiquiatría [6], [7]. Además de esta definición de la OMS, la psicóloga social Marie Jahoda propone lo que definió como sistematización de salud mental positiva. Tanto la definición de la OMS como la de Jahoda consideran algunos criterios fundamentales para identificar a una persona mentalmente sana: a) establecer y mantener relaciones armónicas con los demás,

b) autoconcepto realista, identidad y autoestima, c) búsqueda de crecimiento, d) autonomía, e) percepción objetiva de la realidad, y f) dominio del entorno para adaptarse y alcanzar metas.

Desde la perspectiva psicológica, el estado emocional de las personas influye directamente en su salud mental. Dicho estado emocional se puede ver alterado por diversos trastornos asociados a su medio ambiente y contexto social. En este sentido, existen investigaciones como la de [8] donde se presentan resultados relativos a la presencia de problemas de salud mental asociados a la ansiedad, la depresión y el estrés [9].

Debido a lo anterior, es importante la educación emocional; de acuerdo a Bisquerra [10], la educación emocional tiene como objetivo el desarrollo de competencias emocionales. Las competencias emocionales tienen que ver con la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades necesarias para comprender, expresar y regular de forma apropiada los fenómenos emocionales. Dentro de las competencias emocionales se ubican la conciencia y regulación emocional, autonomía emocional, además de competencias socioemocionales y para la vida. El acceder a la educación emocional puede contribuir a prevenir trastornos que alteran la salud mental de las personas.

En lo que respecta a las habilidades socioemocionales, según diversos autores, éstas se conceptualizan como *“el conjunto de competencias y habilidades que aseguran el manejo y regulación de los estados de ánimo y los sentimientos, conllevando a modelar comportamientos emocionales y sociales coherentes en el contexto donde se desenvuelven”* [11], [12]. El desarrollo de habilidades socioemocionales implica la adaptación de las personas a diversos contextos a partir del aprendizaje de actitudes que permiten la comprensión, expresión y regulación emocional, lo que contribuye a poder alcanzar la armonía en la salud mental.

### 1.3 Aplicaciones de la realidad virtual a la salud mental

Según [13], la gran ventaja de la realidad virtual radica en la inmersión para probar nuevas estrategias de intervención con ambientes más controlados que reproducen experiencias cotidianas. La realidad virtual permite la observación clínica directa durante el diagnóstico y tratamiento de trastornos mentales. Permite observar además las conductas de los pacientes ante diferentes escenarios adaptados a situaciones y contextos específicos.

Existen numerosos casos en los que se ha aplicado la realidad virtual como estrategia en el tratamiento de trastornos psicológicos que afectan la salud mental. Los entornos de realidad virtual se han empleado principalmente en el ámbito de la psicología clínica. El enfoque de intervención utilizando la realidad virtual como herramienta tecnológica de apoyo para trabajar las habilidades socioemocionales y el autocontrol ha sido de tipo cognitivo conductual.

En [14] se aplicó un estudio con jóvenes sujetos a una medida judicial de internamiento terapéutico por problemas de control de impulsos utilizando la terapia cognitivo conductual apoyada con entornos de realidad virtual. Se trabajó con una muestra de 93 menores españoles distribuidos en dos grupos, un primer grupo de control que recibió la terapia cognitivo-conductual tradicional y el otro que recibió el mismo tipo de terapia, pero apoyada en el uso de realidad virtual. El tratamiento consistió en 10 sesiones semanales, reportando que al término del mismo los pacientes que recibieron terapia con realidad virtual disminuyeron significativamente la impulsividad y aumentaron su capacidad de concentración para la resolución de problemas, además de que fueron capaces de expresar y comunicar mejor sus emociones.

En [15] se analizó la viabilidad de un programa de realidad virtual para tratar niños con miedo a la oscuridad, entendida esta como una fobia situacional específica, con terapeutas no expertos. Se realizó un estudio preexperimental con seis participantes de 8 a 12 años de edad utilizando escalas de pre y postratamiento para evaluar el miedo a la oscuridad. A partir de los resultados obtenidos se concluyó que es viable utilizar la realidad virtual para tratar el miedo a la oscuridad sin necesidad de un terapeuta experto, sin embargo, los autores también manifiestan se requieren estudios más detallados para analizar su eficacia.

En el caso de la neuropsicología, existen investigaciones a través de las cuales se han estudiado las posibles aportaciones de la realidad virtual tanto en el ámbito de la evaluación como en el de la intervención [16]. En este sentido, en el estudio presentado en [17] se analizó tanto el funcionamiento como la utilidad de una prueba de realidad virtual llamada AULA Nesplora cuyo propósito es mejorar la evaluación del TDAH. Se trabajó con una muestra de 20 alumnos diagnosticados con TDAH y 10 con buen rendimiento

académico, además de aplicar un cuestionario a 20 orientadores de diferentes centros de toda España, todo esto como parte de la evaluación de la pertinencia de utilizar este tipo de pruebas como parte del quehacer de los departamentos de orientación psicopedagógica.

En este artículo [18] se utilizó un software libre llamado Tagette como herramienta para procesos de análisis y tratamiento por medio de la psicoeducación con el objetivo de optimizar tiempos de terapia y enseñanza para los miembros de la red de apoyo de pacientes que presentan trastorno de esquizofrenia. Este desarrollo tecnológico se reporta como una herramienta útil para que las personas, particularmente familiares directos del paciente, puedan conocer mediante el uso de este software las situaciones o escenarios a los que se puede enfrentar en su vida cotidiana una persona con esquizofrenia.

La aplicación de la realidad virtual para atender trastornos socioemocionales desde la prevención, como una problemática de salud pública, se puede observar a través del proyecto SANABIEN VR [19], el cual propone concientizar a las personas sobre la importancia de cuidar su salud mental. Para ello plantea terapia de exposición a realidad virtual utilizando consultorios móviles con el objetivo de que los usuarios manifiesten emociones que posteriormente se puedan trabajar con un profesional de la salud mental aplicando la terapia cognitivo-conductual. La idea es que el uso de esta herramienta innovadora sirva para que una población se interese en el cuidado de la salud y como consecuencia de ello disminuya la deserción durante los tratamientos terapéuticos preventivos o de intervención.

En lo que respecta a los procesos de enseñanza y aprendizaje, en [20] se realizó un estudio sobre el uso de la realidad virtual en el ámbito de la educación básica y profesional con el propósito de analizar su pertinencia en la búsqueda de asegurar la calidad del proceso educativo ante los efectos que aún persisten resultado del distanciamiento físico obligado por la pandemia de la COVID-19. Aunado a esto, en otras áreas de la educación también existen trabajos en los que se aplica la realidad virtual, tal es el caso de una investigación enfocada a la extracción de metadatos sobre producción científica existente en lo concerniente a realidad virtual y educación física [21].

Por último, otros trabajos que dejan constancia de la aplicación de la realidad virtual en la atención a la salud mental son los que se pueden observar en [22] y [23]. En el primero se hace una reflexión acerca del impacto que puede tener la realidad virtual en el desarrollo de las competencias transversales de reconocimiento y empatía en estudiantes universitarios de México, orientándose específicamente al tema de la violencia de género; mientras que en el segundo se implementó un programa de capacitación que utiliza distractores en un entorno de realidad virtual con el propósito de reducir la ansiedad en estudiantes universitarios mediante un grupo experimental y grupo de control, logrando reducir los niveles de ansiedad a partir del entrenamiento con escenarios virtuales simulados.

## 2 METODOLOGÍA

Durante esta investigación se revisaron fuentes documentales para identificar aquellas que definen el marco referencial respecto a la realidad virtual, la salud mental y las habilidades socioemocionales. Se llevó a cabo un análisis de herramientas software empleadas en investigaciones en las cuales se aborda el uso de la realidad virtual como herramienta vivencial para la prevención y el cuidado de la salud mental. Se identificó una plataforma adecuada, en este caso PSIOUS®, para desarrollar intervenciones dirigidas al desarrollo de habilidades socioemocionales, la cual hace uso de entornos de realidad virtual, se estuvo trabajando en su análisis como parte de un proyecto de residencia profesional de estudiantes del programa de ingeniería en sistemas computacionales del Tecnológico Nacional de México campus Mazatlán. De manera paralela, se formalizó un convenio de colaboración entre la Facultad de Psicología de Mazatlán de la Universidad Autónoma de Sinaloa y el Instituto Tecnológico de Mazatlán, y en el marco de dicho convenio se incorporaron tres estudiantes de la licenciatura en psicología para trabajar en actividades de diagnóstico con un grupo focal de alumnos de primer semestre. A partir del análisis de la plataforma y del diagnóstico del grupo focal, se desarrolló un prototipo de entorno web para manejar escenarios de realidad virtual. Para desarrollar dicho prototipo se emplearon las siguientes herramientas:

- Next.js: Marco de JavaScript de código abierto que se utiliza para construir aplicaciones web con React.

- A-Frame: Marco de desarrollo web para la creación de experiencias de realidad virtual basadas en HTML. Se utiliza para crear contenido interactivo y accesible para una amplia variedad de dispositivos VR (Virtual Reality), incluyendo Oculus, Vive, y dispositivos móviles.
- Three.js: Biblioteca de JavaScript para la creación de gráficos 3D en el navegador. Se utiliza para crear los modelos 3D y animaciones necesarias para las experiencias de realidad virtual en A-Frame.
- AWS Amplify: Conjunto de herramientas y servicios de Amazon Web Services (AWS) que permite a los desarrolladores crear aplicaciones móviles/web escalables y seguras. Incluye funciones como autenticación, almacenamiento, bases de datos y hosting.
- AWS AppSync: Es un servicio de AWS que permite conectar aplicaciones móviles y web con una fuente de datos en la nube, como DynamoDB o AWS Elasticsearch. Se utiliza para sincronizar y gestionar los datos de los pacientes y las sesiones de terapia virtual.

### 3 RESULTADOS

A partir del análisis de investigaciones en las que se utilizó la realidad virtual como herramienta para abordar diversas problemáticas relacionadas a la salud mental, se diseñó un prototipo de entorno web con escenarios virtuales para trabajar en sesiones con pacientes que requieren apoyo psicológico para el tratamiento de ciertas fobias o trastornos. En este sentido, la Figura 1 muestra la pantalla de inicio de sesión de la aplicación. La autenticación se realiza a través del servicio de autenticación de AWS Cognito, garantizando la seguridad de la información del usuario. El diseño es sencillo buscando ofrecer al usuario una experiencia de uso agradable.

La imagen muestra una interfaz de usuario para el inicio de sesión. En la parte superior central hay un ícono de un candado azul dentro de un círculo azul, con el texto "Iniciar sesión" debajo. Debajo de esto hay dos campos de entrada de texto: el primero está etiquetado como "Correo electrónico\*" y el segundo como "Contraseña\*". En la parte inferior de la interfaz hay un botón rectangular azul con el texto "INICIAR SESIÓN" en mayúsculas blancas.

Figura 1. Pantalla de inicio de sesión.

En la Figura 2 se puede observar el panel de control (*Dashboard*) que representa el entorno de trabajo con el que puede un psicólogo programar y dar seguimiento a las sesiones de terapia virtuales de sus pacientes. El menú lateral contiene los siguientes módulos: Biblioteca de VR, donde se pueden seleccionar diferentes escenarios de terapia virtual; pacientes, donde se pueden gestionar y ver el historial de los pacientes; informes, donde se pueden generar informes y estadísticas sobre el progreso de los pacientes; y cerrar sesión, para cerrar la sesión del psicólogo. Cada uno de estos módulos está diseñado para facilitar la gestión de pacientes y el proceso de terapia virtual.

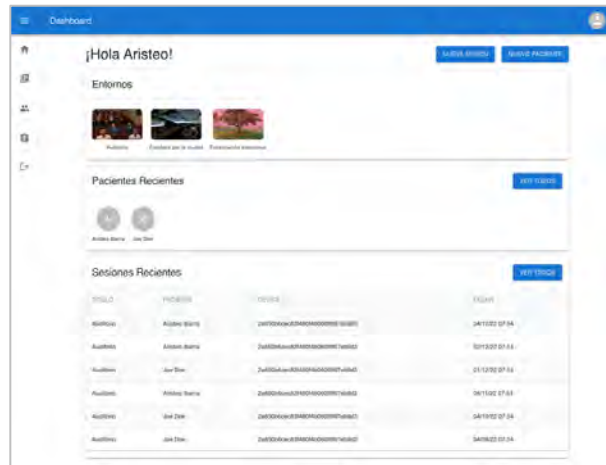


Figura 2. Panel de trabajo del entorno web.

La Figura 3 muestra la pantalla con el módulo que corresponde a *Biblioteca de VR*, donde aparecen los diferentes escenarios disponibles en la aplicación. Los usuarios pueden visualizar y seleccionar los escenarios que deseen utilizar durante su sesión terapia virtual. Estos escenarios pueden incluir paisajes naturales, ciudades, ambientes de playa, entre otros.

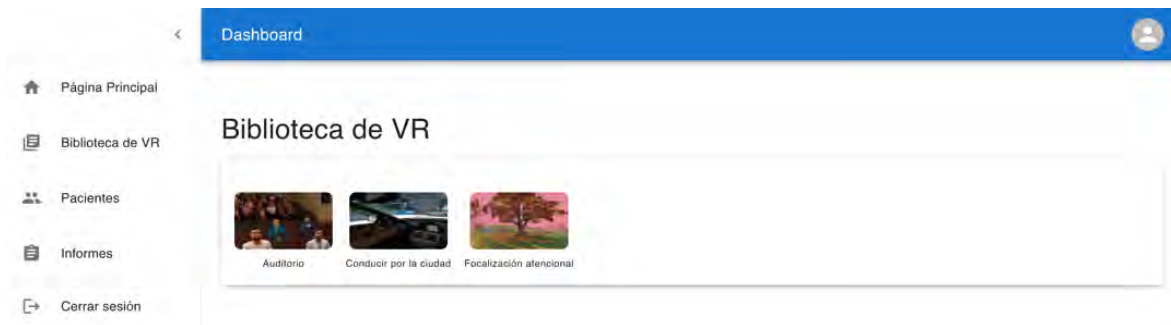


Figura 3. Biblioteca de escenarios VR disponibles.

La Figura 4 del módulo *Pacientes* muestra una interfaz para la gestión de pacientes. En la primera imagen, se puede ver un formulario para agregar un nuevo paciente donde se solicita información básica como: nombre, apellido, fecha de nacimiento y correo electrónico. Este formulario es necesario para agregar un paciente al sistema y brindarles acceso a las herramientas de terapia virtual. En la segunda imagen se muestra un listado de todos los pacientes registrados en la aplicación, con la opción de agregar un nuevo paciente.

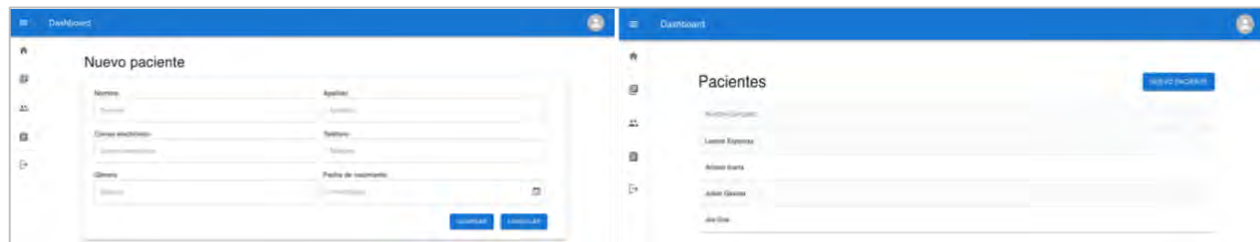


Figura 4 (a). Pantalla para registro. Figura 4 (b) Pantalla para gestión de pacientes.

El panel de control de sesión (ver figura 5) contiene una interfaz completa para la gestión de terapias virtuales. Consta de varias secciones, como la sección de configuraciones, que permite, por ejemplo, a un

psicólogo personalizar la experiencia de terapia para cada paciente. La sección de eventos, muestra los eventos importantes que se producen durante una sesión, como por ejemplo las preguntas positivas o negativas del paciente, o los comentarios y las observaciones del terapeuta. Estas funcionalidades son fundamentales para llevar un registro detallado de cada sesión y mejorar la eficacia de la terapia.

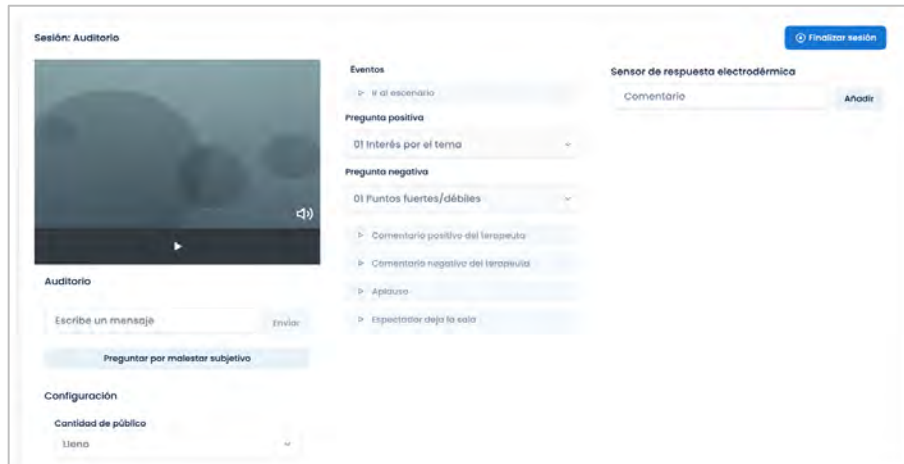


Figura 5. Panel de control de sesión de terapia.

En la Figura 6 se muestra un escenario seleccionado de la *Biblioteca VR*. En este caso se visualiza una inmersión a un salón de clases, donde se busca generar las mismas sensaciones experimentadas en la vida real cuando un estudiante se enfrenta, por ejemplo, al reto de manejar y superar el temor a hablar en público.



Figura 6. Escenario virtual de un salón de clases.

## 4 CONCLUSIONES

El potencial que tiene la realidad virtual para ser utilizada como herramienta tecnológica de apoyo para el aprendizaje, entrenamiento, desarrollo o tratamiento de las dimensiones inherentes a las habilidades socioemocionales en el ámbito de la salud mental queda de manifiesto en las investigaciones citadas en este trabajo. El desarrollo de este prototipo representa una oportunidad para que, tanto profesionales de la salud mental como pacientes que requieren de apoyo y acompañamiento, puedan acceder a esta tecnología considerando las ventajas que puede ofrecer al adaptar las sesiones de terapia psicológica con ambientes más controlados que reproducen experiencias cotidianas en contextos específicos. Por último,

es importante experimentar con otros dispositivos periféricos como cámaras de 360° además de las gafas de realidad virtual para construir escenarios que mejoren la inmersión y con ello la experiencia vivencial de los pacientes durante las sesiones con el objetivo de aumentar aún más la eficacia de las terapias.

Este trabajo se desarrolló con el apoyo del Tecnológico Nacional de México en el marco de la convocatoria de proyectos de investigación científica.

## REFERENCIAS

- [1] M. O. Carbajal, I. R. Zárate, y E. H. Montañez, «Introducción a la Realidad Virtual», *Polibits*, n.º 33, pp. 11-15, 2006.
- [2] DeFanti, T. A., & Sandin, D. J., «Final Report to the National Endowment of the Arts», University of Illinois, Chicago., (US NEA R60-34-163), 1977.
- [3] J. Lanier, *Dawn of the New Everything: Encounters with Reality and Virtual Reality*. Macmillan + ORM, 2017.
- [4] M. Ferrer-Garcia, J. Gutiérrez-Maldonado, y G. Riva, «Virtual Reality Based Treatments in Eating Disorders and Obesity: A Review», *J. Contemp. Psychother.*, vol. 43, n.º 4, pp. 207-221, dic. 2013, doi: 10.1007/s10879-013-9240-1.
- [5] J. G. Maldonado, «Aplicaciones de la realidad virtual en psicología clínica», 2002.
- [6] G. MIRANDA HIRIART, «¿De qué hablamos cuando hablamos de salud mental?», oct. 2018, doi: 10.5281/ZENODO.1438570.
- [7] Organización Mundial de la Salud, «Informe del Comité de Expertos en Higiene Mental», OMS, n.º 31, 1950.
- [8] Z. Antúnez y E. V. Vinet, «Problemas de salud mental en estudiantes de una universidad regional chilena», *Rev. Médica Chile*, vol. 141, n.º 2, pp. 209-216, feb. 2013, doi: 10.4067/S0034-98872013000200010.
- [9] M. Á. Vaquero Blasco, *Desarrollo de aplicaciones de Realidad Virtual y aplicación de interfaces cerebro-ordenador para reconocimiento de estados emocionales y neurológicos*. Universidad de Granada, 2022. Accedido: 20 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/73972>
- [10] *Educación emocional: propuestas para educadores y familias*, 4ª ed. Bilbao: Desclée de Brouwer, 2019.
- [11] *Aprendizaje socioemocional: Programa BASE (Bienestar y Aprendizaje Socioemocional) como estrategia de desarrollo en el contexto escolar*, 1a edición. Barcelona: Paidós, 2014.
- [12] M. N. Cabanillas Tello, R. Rivadeneyra Pérez, C. Y. Palacios Alva, y B. Hernández Fernández, «Habilidades Socioemocionales en las Instituciones Educativas», *SciComm Rep.*, pp. 1-17, ene. 2021, doi: 10.32457/scr.v1i1.609.
- [13] H. Brito C. y B. Vicente P., «Realidad virtual y sus aplicaciones en trastornos mentales: una revisión», *Rev. Chil. Neuro-Psiquiatr.*, vol. 56, n.º 2, pp. 127-135, jun. 2018, doi: 10.4067/s0717-92272018000200127.
- [14] N. Palanques Alegre, A. Pozo Martínez, E. Puente López, y P. Rambaud Quiñones, «Evaluación sobre la eficacia de la terapia con realidad virtual en menores y jóvenes sujetos/as a una medida judicial de internamiento terapéutico que presentan problemas en el control de impulsos», en *Revista sobre la infancia y la adolescencia*, Universitat Politècnica de València, abr. 2022, pp. 54-67. doi: 10.4995/reinad.2022.15194.
- [15] M. Servera Barceló, B. Sáez, y J. M. Gelabert Mir, «Feasibility of a virtual reality program to treat children with fear of darkness with nonexpert therapists», *Rev. Psicol. Clínica Con Niños Adolesc.*, vol. 7, n.º 2, pp. 16-21, 2020.



- [16] C. P. Pérez-Salas, «Realidad Virtual: Un Aporte Real para la Evaluación y el Tratamiento de Personas con Discapacidad Intelectual», *Ter. Psicológica*, vol. 26, n.º 2, dic. 2008, doi: 10.4067/S0718-48082008000200011.
- [17] A. Martínez Feu, «Realidad Virtual aplicada a la evaluación del TDAH en el departamento de orientación. Aula Nesplora», TRABAJO FIN DE MÁSTER, 2017.
- [18] J. A. Álvarez Cedillo, T. Álvarez Sánchez, y A. González Vásquez, «Percepción de la esquizofrenia y el efecto de la psicoeducación con realidad virtual», *RIDE Rev. Iberoam. Para Investig. El Desarro. Educ.*, vol. 12, n.º 24, may 2022, doi: 10.23913/ride.v12i24.1190.
- [19] K. Cáceres Díaz, L. R. Ezeta Battifora, J. M. Guerreros Vásquez, y C. E. Gómez Aguayo, «Modelo prolab: Sanabien Vr una solución de realidad virtual para combatir la depresión, ansiedad, y estrés», may 2023, Accedido: 20 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/25002>
- [20] R. Sousa-Ferreira, R. A. Campanari-Xavier, y A. S. Rodrigues-Ancioto, «La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional», *Rev. Científica Gen. José María Córdova*, vol. 19, n.º 33, pp. 223-241, ene. 2021, doi: 10.21830/19006586.728.
- [21] G. Gómez García, C. Rodríguez Jiménez, y M. Ramos Navas-Parejo, «La realidad virtual en el área de educación física», *Virtual Reality in Physical Education area*, 2019, Accedido: 20 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/handle/10481/59411>
- [22] J. C. Vázquez Parra, «Realidad Virtual y desarrollo de competencias de reconocimiento y empatía contra la violencia de género», *Real. Reflexión*, pp. 114-126, jun. 2020, doi: 10.5377/ryr.v51i0.9859.
- [23] E. Rodero y O. Larrea, «Virtual reality with distractors to overcome public speaking anxiety in university students», *Comunicar*, vol. 30, n.º 72, pp. 87-99, jul. 2022, doi: 10.3916/C72-2022-07.

# LAS ENFERMEDADES DEL SIGLO XXI POR EL ABUSO DE LAS TIC: ¿CÓMO LAS NOMBRAMOS?

Yevgeni Felipe Martínez Santos<sup>1</sup>, Eduardo Delsordo Jassan<sup>1</sup>, Humberto Rodríguez López<sup>2</sup>, Natividad Cobarrubias Soto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Psicología Mazatlán (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

El uso creciente de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), especialmente los smartphones, ha transformado significativamente la vida cotidiana y las interacciones sociales, aunque su uso excesivo ha generado efectos adversos en la salud física, psicológica y social, particularmente en niños y jóvenes. Ante esta problemática, el presente estudio documental, basado en una metodología cualitativa, analizó diversas fuentes académicas como *ScienceDirect*, *Scielo* y *Redalyc*, entre otras, con el objetivo de identificar los términos asociados a las consecuencias negativas del uso abusivo de las TIC e internet, tales como ciberpatologías, tecnopatologías y ciberadicción. A través de este análisis, se recopiló la definición y sinonimia de estos términos, evidenciando la existencia de al menos ocho términos principales que describen estas afectaciones, lo que resalta la urgente necesidad de una estandarización terminológica que facilite un abordaje más claro y sistemático para su investigación, análisis y comunicación científica.

Palabras clave: Ciberpatologías, internet, salud, sociedad, tecnopatologías.

## Abstract

The growing use of Information and Communication Technologies (ICT), particularly smartphones, has significantly transformed daily life and social interactions. However, excessive use has led to adverse effects on physical, psychological, and social health, especially among children and young people. Addressing this issue, the present documentary study, employing a qualitative methodology, analyzed various academic sources such as *ScienceDirect*, *Scielo*, and *Redalyc*, among others. The aim was to identify terms associated with the negative consequences of excessive ICT and internet use, including cyberpathologies, technopathologies, and cyberaddiction. Through this analysis, the definitions and synonyms of these terms were compiled, revealing at least eight main terms describing these impacts. This highlights the urgent need for terminological standardization to enable a clearer and more systematic approach for their research, analysis, and scientific communication.

Keywords: Cyberpathologies, health, internet, society, technopathologies.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) ofrecen enormes beneficios en un mundo globalizado; no obstante, su uso abusivo puede acarrear problemas físicos, psicológicos y sociales significativos. La constante conexión a través de dispositivos ha dado lugar a nuevas formas de interacción social, creando lo que se podría denominar "nuevos ciudadanos del mundo", quienes participan predominantemente en la vida social a través de pantallas.

Este fenómeno ha generado cambios profundos en los hábitos cotidianos, afectando aspectos como la calidad del sueño, la actividad física y la interacción social cara a cara. El impacto negativo del uso excesivo de las TIC es especialmente preocupante entre niños y adolescentes, quienes son más vulnerables a desarrollar problemas relacionados con su salud física y mental. El fácil acceso a internet y la permisividad social contribuyen a que esta población enfrente riesgos considerables. La diversidad terminológica utilizada para describir estas afectaciones ha generado confusión semántica en el ámbito académico y

clínico. Términos como "ciberpatologías", "tecnopatologías", "enfermedades digitales" y "adicciones tecnológicas" son solo algunos ejemplos que reflejan esta problemática.

Dada esta complejidad, este artículo tiene como objetivo rastrear e identificar los términos utilizados para referirse a las afectaciones ocasionadas por el uso abusivo de las TIC y compilar sus definiciones. A través de una investigación cualitativa documental realizado entre 2000 y 2024, se busca contribuir a la estandarización del lenguaje en este campo emergente, facilitando así su estudio y comprensión.

## 1.1 Desarrollo del marco teórico

La revolución digital, iniciada con la consolidación de internet en 1995 y el advenimiento del *World Wide Web* (WWW), ha transformado radicalmente la vida cotidiana de las personas. Desde sus inicios, el acceso a la red mundial se realizaba principalmente a través de computadoras de escritorio, pero la llegada de dispositivos móviles como smartphones y tabletas ha reconfigurado esta dinámica [1], [2]. En enero de 2024, se estimaba que el 69.4% de la población mundial, equivalente a 5,610 millones de personas, estaba conectada a internet a través de dispositivos móviles [3]. En México, la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH, 2023) reveló que 9 de cada 10 jóvenes entre 12 y 19 años tiene acceso a un teléfono celular, lo que representa aproximadamente 35.3 millones de jóvenes en el país [4].

El tiempo promedio que una persona pasa conectada a internet es de 6 horas y 40 minutos diarios a nivel mundial, cifra que en México aumenta a 7 horas y 37 minutos, posicionando al país en el sexto lugar mundial en tiempo de conexión [3]. Este uso intensivo se ve reflejado en plataformas como TikTok, donde los usuarios mexicanos dedican un promedio de 45 horas semanales a consumir contenido [5]. Sin embargo, esta hiperconectividad no está exenta de consecuencias.

### 1.1.1 Nuevas formas de interacción social

Las TIC ofrecen enormes beneficios en un mundo globalizado [6], [7]; no obstante, su uso abusivo puede acarrear problemas físicos, psicológicos y sociales significativos. La constante conexión a través de dispositivos ha dado lugar a nuevas formas de interacción social [8], creando lo que se podría denominar "nuevos ciudadanos del mundo", quienes participan predominantemente en la vida social a través de pantallas, conocida como "cibercultura" [9].

El tiempo que antes se dedicaba al ocio, construcción de hobbies e interacción social "cara a cara" en el espacio físico, ahora se canaliza en el espacio virtual. Un ejemplo de ello son las métricas a nivel mundial de las redes sociales online en los últimos años, pasando de 226.8 millones de usuarios en el año 2004 en diversas plataformas, a 5,037 millones de usuarios en 2024. El mexicano por su parte, le destina en promedio el 42.5% del tiempo total que pasa en internet [5], [10].

### 1.1.2 Impacto en la salud

Este fenómeno ha generado cambios profundos en los hábitos cotidianos, afectando aspectos como la calidad del sueño, la actividad física y la interacción social cara a cara [11], [12]. El impacto negativo del uso excesivo de las TIC es especialmente preocupante entre niños y adolescentes, quienes son más vulnerables a desarrollar problemas relacionados con su salud física y mental. El fácil acceso a internet y la permisividad social contribuyen a que esta población enfrente riesgos considerables [4].

### 1.1.3 Clasificación de afectaciones

Las afectaciones derivadas del uso abusivo de las TIC se pueden clasificar en tres dimensiones principales: salud física, psicológica y social [13].

- **Salud Física:** Las consecuencias físicas incluyen problemas oculares (tensión y fatiga visual), trastornos musculoesqueléticos (síndrome del túnel carpiano, *textneck* o "cuello de tortuga"), y condiciones relacionadas con el sedentarismo como obesidad e insomnio. Estas patologías emergentes son cada vez más comunes debido al uso prolongado y repetitivo de dispositivos digitales [14]–[21].
- **Salud Psicológica:** En el ámbito psicológico, se identifican trastornos como la adicción a internet, adicción a redes sociales y videojuegos. Síndromes como el FOMO (Fear Of Missing Out) y el FOBO

(Fear Of Being Offline) reflejan una creciente dependencia hacia la conectividad digital. Además, fenómenos como el narcisismo digital y la "info-obesidad" indican un impacto negativo en la salud mental [2], [4], [22]–[25].

- Salud Social: Las interacciones sociales también se ven afectadas por el abuso tecnológico. Problemas como el ciberbullying, el phubbing (desprezcar a alguien al mirar el teléfono) y el aislamiento extremo (síndrome hikikomori) son ejemplos claros del daño que puede causar una dependencia excesiva de las TIC [26]–[29].

Diversidad terminológica: La variedad terminológica utilizada para describir estas afectaciones ha creado confusión semántica y conceptual en este nuevo campo de estudio. Términos como ciberpatologías, tecnopatologías, enfermedades digitales, adicciones tecnológicas, entre otros, reflejan diferentes aspectos del mismo fenómeno pero carecen de un consenso claro sobre su definición [4], [13], [19], [23], [30]–[34]. Esta diversidad complica no solo la investigación académica sino también la implementación de políticas públicas efectivas para abordar estos problemas.

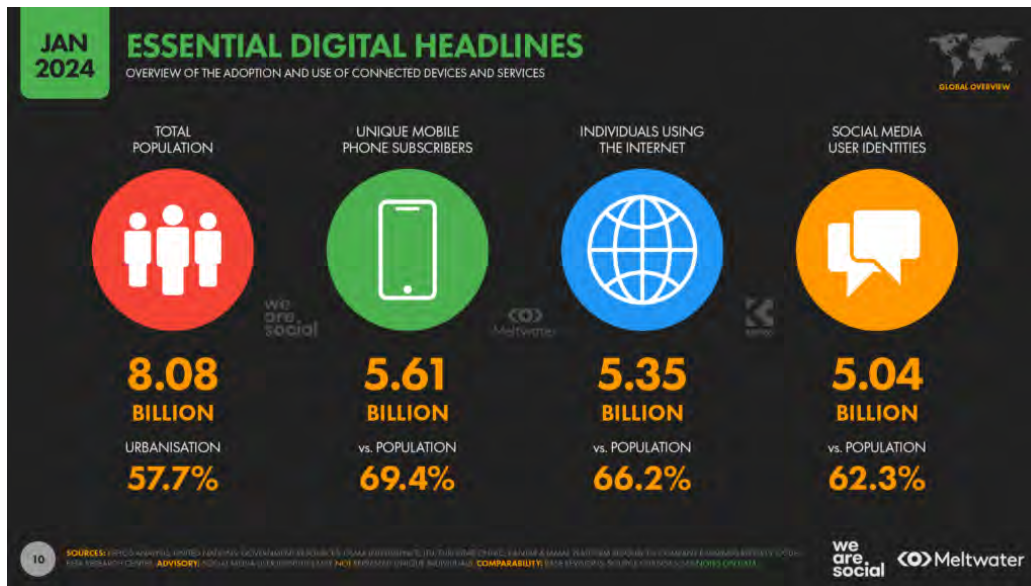


Figura 1. Panorama mundial 2024, sobre el uso de dispositivos y conexión a internet [10].

## 2 METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca dentro de un enfoque cualitativo de tipo documental, el cual permite explorar y analizar la realidad a través de fuentes secundarias sin alterar el sentido original de la información. Este método es particularmente adecuado para el estudio de fenómenos emergentes, como las afectaciones derivadas del uso abusivo de las TIC.

### 2.1 Justificación

Dada esta complejidad terminológica y los efectos adversos asociados al abuso tecnológico, este estudio busca rastrear e identificar los términos utilizados para referirse a estas afectaciones y compilar sus definiciones. La estandarización del lenguaje es esencial para facilitar una mejor comprensión y análisis en futuras investigaciones sobre el impacto del uso abusivo de las TIC en la salud física, psicológica y social. Esto no solo facilitará la comunicación entre investigadores y profesionales, sino que también permitirá un abordaje más efectivo en la prevención y tratamiento de las patologías emergentes asociadas al abuso tecnológico. Al responder a estas preguntas clave, se espera contribuir significativamente al entendimiento académico y práctico del impacto que tienen las TIC en nuestra salud y bienestar social.

## 2.2 Objetivos

El objetivo principal de esta investigación es rastrear e identificar documentalmente los términos utilizados para referirse a las afectaciones ocasionadas por el uso abusivo de las TIC y el internet. Este análisis busca compilar y estandarizar las definiciones existentes de dichos términos, facilitando así una comprensión más clara y coherente en el ámbito académico y clínico.

### 2.2.1 Objetivos específicos

Compilar una lista exhaustiva de términos que describen las afectaciones a la salud física, psicológica y social derivadas del abuso de TIC.

Analizar las definiciones asociadas a cada término, identificando similitudes y diferencias que puedan existir entre ellas.

Proporcionar un marco conceptual que sirva como referencia para futuros estudios sobre el impacto del uso excesivo de tecnologías digitales en la salud.

## 2.3 Preguntas de investigación

Para guiar esta investigación, se plantean las siguientes preguntas clave:

¿Cuáles son los términos más relevantes utilizados en la literatura científica para describir las afectaciones relacionadas con el uso excesivo y/o abusivo de las TIC y el internet? Esta pregunta busca identificar la diversidad terminológica existente en el campo, lo que permitirá entender mejor cómo se conceptualizan estas afectaciones.

¿Cuáles son las definiciones asociadas a estos términos? Aquí se pretende compilar las definiciones que acompañan a cada término, permitiendo una comparación crítica entre ellas y resaltando la necesidad de estandarización.

¿Cómo se relacionan estos términos con las dimensiones de salud física, psicológica y social? Esta pregunta busca establecer conexiones entre los términos identificados y las diferentes áreas de impacto, facilitando una comprensión holística del fenómeno.

¿Qué implicaciones tienen estas definiciones para la investigación futura y la práctica clínica? Se pretende explorar cómo la claridad en la terminología puede influir en el desarrollo de políticas públicas y estrategias de intervención dirigidas a mitigar los efectos negativos del abuso tecnológico.

## 2.4 Estrategia de búsqueda y análisis

Se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en diversas plataformas digitales, incluyendo *ScienceDirect*, *Scielo*, *Redalyc*, *Latindex*, Google Académico y Google (buscador genérico). Las palabras clave utilizadas en esta búsqueda fueron seleccionadas cuidadosamente para abarcar un rango amplio de términos relacionados con el tema de estudio. Entre las palabras clave se incluyen: ciberpatologías, tecnopatologías, enfermedades tecnológicas, ciberadicción y adicción a internet.

La búsqueda se limitó a documentos publicados entre los años 2000 y 2024, lo que garantiza la relevancia y actualidad de la información recopilada.

### 2.4.1 Criterios de elegibilidad

Los documentos seleccionados debían cumplir con los siguientes criterios:

- **Definiciones claras:** las fuentes consultadas debían proporcionar definiciones precisas y comprensibles de los términos relacionados con las afectaciones por el uso abusivo de las TIC.
- **Relevancia temática:** los documentos debían abordar directamente las afectaciones negativas en la salud derivadas del uso excesivo de las TIC.
- **Acceso completo:** se priorizaron fuentes que ofrecieran acceso completo al contenido, ya sea en español o en inglés.

#### 2.4.2 *Proceso de análisis*

La estrategia de análisis consistió en una revisión sistemática de los títulos, resúmenes, palabras clave y textos completos de los documentos seleccionados. Se optó por una revisión amplia debido a la diversidad terminológica presente en este campo. Este enfoque permitió identificar un total de ocho términos principales que describen las afectaciones negativas a la salud asociadas con el uso abusivo de las TIC, términos usados en inglés, así como algunas sinonimias relevantes.

#### 2.4.3 *Resultados esperados*

Esta investigación enlista un estándar de términos y definiciones relacionados con las afectaciones por el uso abusivo de TIC, y contribuye a clarificar el lenguaje utilizado en este campo emergente. Esto facilitará futuras investigaciones y discusiones académicas sobre el impacto del abuso tecnológico en la salud física, psicológica y social. Con esta metodología, se busca ofrecer un marco sólido para entender mejor las implicaciones del uso excesivo de las TIC y promover una discusión más informada sobre cómo abordar estas problemáticas en diferentes contextos sociales y clínicos.

#### 2.4.4 *Limitaciones del estudio*

El estudio sobre las afectaciones derivadas del uso abusivo de las TIC presenta varias limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, se basa en un enfoque cualitativo de tipo documental, lo que implica que los hallazgos dependen de la calidad y relevancia de las fuentes secundarias consultadas, sin realizar investigaciones primarias. Además, la diversidad terminológica en la literatura puede generar confusión semántica y dificultar la comparación entre estudios. Los criterios de inclusión limitan el análisis a documentos publicados entre 2000 y 2024 en español o inglés, lo que podría excluir investigaciones relevantes en otros idiomas o más recientes. Asimismo, el estudio no aborda en profundidad las diferencias culturales que pueden influir en la percepción y uso de las TIC, lo que limita la generalización de los resultados. Por último, dado el rápido avance tecnológico, algunos términos y definiciones pueden quedar obsoletos rápidamente, lo que subraya la necesidad de actualizaciones continuas en este campo de estudio.

#### 2.4.5 *Implicaciones prácticas*

Las implicaciones prácticas de este estudio sobre las afectaciones derivadas del uso abusivo de las TIC son amplias y abarcan diversas áreas. Se destaca la necesidad de implementar programas educativos que informen a padres, educadores y jóvenes sobre los riesgos asociados al uso excesivo de estas tecnologías, así como la promoción de intervenciones psicológicas dirigidas a tratar adicciones tecnológicas. Además, se sugiere establecer políticas públicas que regulen el acceso a TIC, especialmente para poblaciones vulnerables como niños y adolescentes. La investigación también resalta la importancia de fomentar investigaciones continuas que profundicen en las afectaciones por el abuso tecnológico y el desarrollo de herramientas tecnológicas que ayuden a mitigar sus efectos negativos. En conjunto, estas acciones pueden contribuir a un uso más saludable y equilibrado de las TIC, promoviendo el bienestar físico, psicológico y social en una sociedad cada vez más digitalizada.

### 3 RESULTADOS

A través de la investigación documental realizada, se identificaron un total de ocho términos clave que hacen referencia a las afectaciones negativas en la salud derivadas del uso abusivo de las TIC. Esta diversidad terminológica refleja la complejidad del fenómeno y la necesidad de una estandarización en el lenguaje académico y clínico. A continuación, se presenta una tabla que resume los términos identificados, sus sinonimias y su correspondiente traducción al inglés.

Análisis de los términos:

1. **Ciberpatologías:** diversas afecciones relacionadas con el uso excesivo de tecnologías digitales que conlleva un deterioro o malestar clínico significativo. Se asocia comúnmente con problemas de salud física y mental que emergen del tiempo prolongado frente a pantallas [13], [35], [36].
2. **Tecnopatologías:** Se refiere a enfermedades que surgen específicamente del uso de dispositivos tecnológicos. Incluye condiciones como el síndrome del túnel carpiano y problemas oculares [37], [38].

3. Ciberadicción: Este término describe el comportamiento compulsivo hacia el uso de internet y dispositivos digitales, reflejando una dependencia que puede interferir en la vida diaria del individuo [23], [34], [39].
4. Tecnoenfermedades: Abarca un conjunto de patologías ocasionadas por el uso abusivo de los dispositivos tecnológicos que producen secuelas físicas y psicológicas [31].
5. Adicción a internet: Se refiere a la incapacidad de controlar el tiempo dedicado a navegar por internet, lo que puede llevar a consecuencias negativas en otras áreas de la vida [23], [27], [40].
6. Uso problemático de internet: patrón de conducta que incluye la urgencia por conectarse a internet, necesidad de estar conectado a menudo, intentos fallidos por desconectarse, remplazo de relaciones sociales y familiares debido a pasar tiempo conectado, evadir la vida diaria usando la red y consecuencias negativas [41]–[43].
7. Adicción a smartphones: Refleja la dependencia específica hacia estos dispositivos móviles, que se han convertido en herramientas omnipresentes en la vida cotidiana [11], [27], [44].
8. Ciberdependencia: Uso compulsivo de los dispositivos electrónicos inteligentes y de las redes sociales que ocasiona cambios en los hábitos y las formas de interacción con los demás, causando problemas físicos, psicológicos y sociales [9], [23], [45], [46].

El análisis comparativo de los términos utilizados para describir las afectaciones derivadas del uso abusivo de las TIC revela una diversidad significativa que puede generar confusión en el ámbito académico y clínico. Se identificaron términos clave como ciberpatologías, tecnopatologías, ciberadicción y tecnoenfermedades, cada uno con definiciones que varían entre diferentes fuentes, lo que dificulta su comprensión y aplicación.

Por otro lado, el contexto cultural influye en cómo se perciben y utilizan estos términos, ya que en algunas sociedades el abuso de TIC es considerado un problema serio, mientras que en otras puede ser minimizado. Esta falta de consenso terminológico subraya la necesidad urgente de estandarización para facilitar la investigación y el desarrollo de políticas públicas efectivas, así como estrategias de intervención dirigidas a mitigar los efectos negativos del abuso tecnológico.

*Tabla 1. Listado de términos en español e inglés, definiciones y sinónimos.*

Término principal	Definición	Sinónimos	Término en inglés
1. Ciberpatologías	Afecciones relacionadas con el uso excesivo de internet y dispositivos digitales.	Enfermedades digitales, ciberenfermedades	Cyberpathologies
2. Tecnopatologías	Enfermedades específicas que surgen del uso inadecuado de tecnologías.	Tecnoenfermedades, enfermedades tecnológicas	Technopathologies
3. Ciberadicción	Dependencia compulsiva hacia el uso de internet.	Tecnoadicción, adicción tecnológica, adicción digital, adicción a medios digitales.	Cyberaddiction
4. Tecnoenfermedades	Condiciones médicas resultantes del uso excesivo de dispositivos tecnológicos.	Enfermedades tecnológicas	Technological diseases

Término principal	Definición	Sinónimos	Término en inglés
5. Adicción a internet	Incapacidad de controlar el tiempo dedicado a navegar por internet.	Dependencia digital, síndrome de adicción a internet, desorden adictivo de internet	Internet addiction
6. Uso problemático de internet	Patrón de uso que resulta en dificultades significativas en el funcionamiento diario.	Uso compulsivo de internet, uso patológico de internet	Problematic Internet Use (PIU)
7. Adicción al smartphone	Dependencia específica hacia el uso de dispositivos móviles.	Tecnodependencia, adicción al teléfono móvil, adicción al celular, uso problemático del smartphone	Smartphone addiction, problematic use of mobile phone
8. Ciberdependencia	Uso compulsivo de internet y dispositivos electrónicos inteligentes, causando problemas físicos, psicológicos y sociales.	Dependencia cibernética, adicción cibernética	Internet addiction

Los hallazgos subrayan la necesidad urgente de una estandarización terminológica en el campo del estudio sobre las afectaciones por el abuso de TIC. La diversidad de términos no solo complica la comprensión académica, sino que también dificulta la comunicación entre profesionales de diferentes disciplinas, así como entre investigadores y clínicos. La identificación de estas patologías emergentes es esencial para desarrollar estrategias efectivas de intervención y prevención, especialmente dirigidas a poblaciones vulnerables como niños y adolescentes.

De igual forma, este marco terminológico puede servir como base para que futuras investigaciones busquen explorar a fondo las implicaciones del uso abusivo de estas tecnologías en diferentes contextos sociales y culturales.

#### 4 CONCLUSIONES

La investigación realizada sobre las afectaciones derivadas del uso abusivo de las TIC ha revelado una compleja y variada terminología que refleja la diversidad de problemas asociados a este fenómeno. Se identificaron un total de ocho términos clave, cada uno con sus respectivas sinonimias, que describen las diferentes dimensiones de las patologías emergentes relacionadas con el abuso tecnológico. Esta pluralidad terminológica pone de manifiesto la confusión semántica que existe en el campo, lo que puede dificultar tanto la investigación como la comunicación entre profesionales y académicos. La necesidad de estandarización en los términos y definiciones es crucial para avanzar en el estudio de las afectaciones por el uso abusivo de las TIC.

Una terminología clara y coherente no solo facilitaría la investigación y el análisis, sino que también permitiría una mejor clasificación y difusión de la información relacionada con estas problemáticas. Esto es especialmente importante en un contexto donde los efectos negativos del uso excesivo de tecnologías afectan predominantemente a niños y jóvenes, quienes son más vulnerables a sus consecuencias. Además, esta investigación subraya la importancia de abordar las implicaciones prácticas derivadas del abuso tecnológico. Este estudio no solo proporciona un inventario útil de términos y definiciones, sino que



también establece un punto de partida para un diálogo más amplio sobre cómo abordar los desafíos contemporáneos relacionados con el uso excesivo de tecnologías digitales.

Es fundamental que tanto investigadores como profesionales en salud mental y educación, implementen estrategias efectivas para mitigar los riesgos asociados con el uso excesivo de TIC. Esto incluye la promoción de un uso responsable y equilibrado de la tecnología, así como la creación de políticas públicas que protejan a las poblaciones más vulnerables. Finalmente, se recomienda realizar investigaciones futuras que profundicen en cada uno de los términos identificados, explorando sus implicaciones específicas en diferentes contextos culturales y sociales. La evolución constante de las TIC exige un enfoque dinámico y adaptativo en la investigación, lo que permitirá comprender mejor cómo estas tecnologías influyen en nuestra salud física, psicológica y social.

En resumen, este estudio no solo proporciona un inventario útil de términos y definiciones, también establece un punto de partida para un diálogo más amplio sobre cómo abordar los desafíos contemporáneos relacionados con el uso abusivo de tecnologías digitales. La claridad en el lenguaje es esencial para fomentar una discusión informada y efectiva sobre este tema crítico del siglo XXI.

Las futuras líneas de investigación sobre este campo de estudio se centran en varias áreas clave. Se propone realizar investigaciones longitudinales para seguir la evolución del uso de TIC en diferentes grupos demográficos, así como evaluar intervenciones efectivas que promuevan un uso responsable de estas tecnologías. Además, es fundamental investigar el impacto diferencial en diversas poblaciones, considerando factores como edad, género y contexto socioeconómico.

También se sugiere profundizar en la relación entre TIC y salud mental, explorando los mecanismos subyacentes que vinculan el uso excesivo con trastornos psicológicos. La creación de herramientas diagnósticas estandarizadas y el estudio del rol preventivo de la tecnología son áreas que podrían contribuir a un enfoque más integral en la gestión de los problemas asociados al abuso tecnológico. En conjunto, estas líneas de investigación buscan enriquecer la comprensión del fenómeno y desarrollar estrategias efectivas para mitigar sus efectos negativos.

## REFERENCIAS

- [1] M. M. Caro Mantilla, “Adicciones tecnológicas: ¿Enfermedad o conducta adaptativa?”, *Medisur*, vol. 15, núm. 2, pp. 251–260, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medisur/msu-2017/msu172n.pdf>
- [2] S. A. Portillo-Peñuelas, J. F. Caldera-Montes, K. Sedeño-Peralta, M. del R. Zamora-Betancourt, O. U. Reynoso-González, y I. Pérez-Pulido, “Adicción a los videojuegos y al internet en estudiantado mexicano de bachillerato”, *Rev. Electrónica Educ.*, vol. 27, núm. 3, pp. 1–18, 2023, doi: 10.15359/ree.27-3.17266.
- [3] S. Chevalier Naranjo, “¿Cuántas horas al día pasamos conectados a internet? - Statista”, *¿Cuántas horas al día pasamos conectados a internet?*, 2024. <https://es.statista.com/grafico/22701/tiempo-medio-de-uso-diario-de-internet> (consultado el 17 de septiembre de 2024).
- [4] Gaceta UNAM, “Adicción a las redes sociales, una amenaza para la salud mental”, *Gaceta UNAM*, 2023. <https://www.gaceta.unam.mx/adiccion-a-las-redes-sociales-una-amenaza-para-la-salud-mental/> (consultado el 5 de septiembre de 2024).
- [5] J. C. Rodríguez, “México ratifica su adicción a internet, redes y streaming”, *Eje Central*, 2024. <https://www.ejecentral.com.mx/mexico-ratifica-su-adiccion-a-internet-redes-y-streaming>
- [6] W. M. Camacho, K. Y. Vera, y D. E. Mendez, “TIC: ¿Para qué? Funciones de las tecnologías de la información”, *Recimundo*, vol. 2, núm. 3, pp. 680–693, 2018, doi: 10.26820/recimundo/2.(3).julio.2018.680-693.
- [7] M. Grande, R. Cañón, y I. Cantón, “Tecnologías de la información y la comunicación: Evolución del concepto y características”, *Rev. Int. Investig. e Innovación Educ.*, núm. 6, pp. 218–230, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1703/1559>

- [8] A. B. Vallejo-López y J. E. R. Ramírez-Amaya, “Trastornos en la salud visual causados por el síndrome del computador en el siglo XXI.”, *Rev. Cuba. Salud Pública*, vol. 49, núm. 41, pp. 1–18, 2023, [En línea]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662023000100003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662023000100003)
- [9] A. P. Cabrera, “Estudiantes universitarios: ¿Adictos a la vida virtual?”, *LATAM Rev. Lationamericana Ciencias Soc. y Humanidades*, vol. 5, núm. 1, pp. 3140–3152, 2024, [En línea]. Disponible en: <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/1822>
- [10] We Are Social, “Digital 2024: 5 billion social media users”, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://wearesocial.com/uk/blog/2024/01/digital-2024-5-billion-social-media-users/>
- [11] M. Olivella-Cirici, X. Garcia-Continente, M. Bartroli Checa, G. Serral Cano, y G. Pérez Albarracín, “The problematic use of the mobile phone: cross-sectional analysis of the individual profile and associated factors”, *Rev. Esp. Salud Publica*, vol. 97, 2023.
- [12] E. Rockwell, “Dos siglos de ciudadanización”, *Rev. Mex. Investig. Educ.*, vol. 19, núm. 60, pp. 319–326, 2014.
- [13] M. Ángel y C. Zafra, “Estudio sobre ciberpatologías en estudiantes universitarios: antes y después de la covid-19 Study on Cyberpathologies in University Students : Before and After Estudio sobre ciberpatologias em estudantes universitários : antes e depois do covid-19 Resumen”, *RIDE Rev. Iberoam. para la Investig. y el Desarro. Educ.*, vol. 13, 2023, [En línea]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v13n26/2007-7467-ride-13-26-e026.pdf>
- [14] D. Centeno-Leguía y W. S. Cubas, “Síndrome de text-neck: una nueva pandemia en la era smartphone”, *Rev. Médica Hered.*, vol. 30, núm. 3, pp. 207–208, 2019, doi: 10.20453/rmh.v30i3.3593.
- [15] UNAD, “Enfermedades por uso incorrecto de la tecnología”, *Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 2019. <https://noticias.unad.edu.co/index.php/gidt/3065-enfermedades-por-uso-incorrecto-de-la-tecnologia-2> (consultado el 7 de septiembre de 2024).
- [16] K. Boyd, “Las computadoras, los dispositivos digitales y la fatiga ocular”, *American Academy of Ophthalmology*, 2024. <https://www.aaopt.org/salud-ocular/consejos/uso-de-la-computadora-y-la-fatiga-visual> (consultado el 7 de septiembre de 2024).
- [17] D. Porter, “Los dispositivos electrónicos y la vista”, *Am. Acad. Ophthalmol.*, pp. 1–3, 2024.
- [18] Consejo Argentino de Oftalmología, “Ojos y pantallas”, 2024. <https://oftalmologos.org.ar/pacientes/patologias/ojos-y-pantallas> (consultado el 5 de septiembre de 2024).
- [19] M. Toro Nader, “Tecnopatías, las enfermedades 3.0”, *Ethic*, 2023. <https://ethic.es/2023/11/tecnoptias-las-enfermedades-3-0/> (consultado el 6 de septiembre de 2024).
- [20] O. A. Rojas Flores, L. G. Palomino Morales, R. Romero Villalobos, A. Benítez Moreno, N. Reyes Jiménez, y L. A. Regalado Ruis, “Asociación entre el uso de medios tecnológicos y algunas alteraciones del sueño”, *Rev. electrónica Investig. en enfermería FESI-UNAM*, vol. 4, núm. 8, pp. 46–56, 2015.
- [21] Mayo Clinic, “Insomnio”. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/insomnia/symptoms-causes/syc-20355167> (consultado el 24 de septiembre de 2024).
- [22] A. M. Marcín Marrufo y A. C. Cetina Sosa, “Adicción a internet en adolescentes durante la pandemia de covid-19”, *Psicol. y Salud*, vol. 34, núm. 2, pp. 203–207, 2024, doi: 10.25009/pys.v34i2.2901.
- [23] A. Terán Prieto, “Ciberadicciones. Adicción a las nuevas tecnologías (NTIC)”, *Congr. Actual. Pediatría*, pp. 131–141, 2019, [En línea]. Disponible en: [https://www.aepap.org/sites/default/files/pags.\\_131-142\\_ciberadicciones.pdf](https://www.aepap.org/sites/default/files/pags._131-142_ciberadicciones.pdf)

- [24] L. Pies, “Slow Media Manifesto, Digital Minimalism and Digital Detox as Important Notions of the 21st Century”, *17th Comp. Eur. Res.*, vol. 1, núm. 1, pp. 171–175, 2022.
- [25] Fundación UNAM, “¿sabes qué es el tecnoestrés?”, *Dirección General de Comunicación Social, UNAM*, 2017. <https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/sabes-que-es-el-tecnoestres/> (consultado el 12 de septiembre de 2024).
- [26] S. Yubero Jiménez, E. Larrañaga Rubio, y R. Navarro Olivas, “LA COMUNICACIÓN FAMILIAR EN LA VICTIMIZACIÓN DEL BULLYING Y EL CYBERBULLYING”, *Int. J. Dev. Educ. Psychol.*, vol. 4, núm. 1, pp. 343–350, 2014.
- [27] C. Orellano, “Conductas probablemente patológicas asociadas al uso de teléfonos celulares e Internet.”, *Rev. Neuropsiquiatr.*, vol. 79, núm. 3, pp. 192–193, 2016, [En línea]. Disponible en: <https://revistas.upch.edu.pe/index.php/RNP/article/view/2927>
- [28] G. B. Semeniuk, “Hikikomori y síndrome de enclaustramiento”, *Medicina (B. Aires).*, vol. 81, núm. 2, pp. 279–281, 2021, [En línea]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33906147>
- [29] M. de la Calle Real, M. J. Muñoz Algar, M. de la Calle Real, y M. J. Muñoz Algar, “Hikikomori: el síndrome de aislamiento social juvenil”, *Rev. la Asoc. Española Neuropsiquiatría*, vol. 38, núm. 133, pp. 115–129, 2018, doi: 10.4321/S0211-57352018000100006.
- [30] O. López-Fernández, M. L. Honrubia-Serrano, y M. Freixa-Blanxart, “Adaptación española del ‘Mobile Phone Problem Use Scale’ para población adolescente”, *Adicciones*, vol. 24, núm. 2, p. 123, 2012, doi: 10.20882/adicciones.104.
- [31] R. Frutos, “‘Tecnoenfermedades’ producidas por el abuso de las TIC”. Instituto Profesional de Estudios de la Salud, Madrid, pp. 4–7, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://psicologialc.com/wp-content/uploads/2017/03/tecnoenfermedades.pdf>
- [32] A. González, “Uso de la tecnología de información y su impacto en la salud”, *Comunidad y Salud*, vol. 19, núm. 1, pp. 58–64, 2021.
- [33] C. R. Méndez-Carpio, S. R. Arévalo Medranda, L. S. León-Segovia, E. F. Parra-Guerrero, y S. P. Siguencia-Tello, “Tecno patías y dependencias : uso incorrecto de la tecnología Technopathies and dependencies : incorrect use of”, vol. 7, núm. 3, pp. 77–88, 2023.
- [34] M. Roa, “¿Qué son las adicciones tecnológicas?”, *Minist. sanidad, Consum. y bienestar Soc.*, p. 5, [En línea]. Disponible en: <http://www.infocoonline.es/pdf/Adiccionestecnologicas.pdf>
- [35] J. M. Prieto, “Cyberpsychology”, *Encyclopedia of Applied Psychology*, vol. 1. pp. 561–568, 2004.
- [36] B. Bravo Queipo de Llano *et al.*, “La violencia como problema de salud”, *An. Pediatría*, vol. 100, núm. 3, pp. 202–211, 2024, doi: 10.1016/j.anpedi.2024.02.007.
- [37] RTVE, “Qué son y cómo prevenir las tecnopatologías”, 2023.
- [38] A. Saez, “Tecno patologías, las enfermedades 2.0 que nos acechan. Enfermedades por las nuevas tecnologías”, *ELLE*, 2018. <https://www.elle.com/es/belleza/salud-fitness/a18720604/tecnopatologias-enfermedades-por-nuevas-tecnologias/> (consultado el 6 de septiembre de 2024).
- [39] J. M. De la Serna, *Ciberadicción: Cuando la adicción se consume a través de internet*, núm. 2017. 2017. [En línea]. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DDJEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT15&ots=0mq4SHyJh3&sig=PZ-piJtP0vjCvt6hpAxxK3t\\_\\_eo#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DDJEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT15&ots=0mq4SHyJh3&sig=PZ-piJtP0vjCvt6hpAxxK3t__eo#v=onepage&q&f=false)
- [40] F. Saliceti, “Internet Addiction Disorder (IAD)”, *Procedia Soc. Behav. Sci.*, vol. 1–3, pp. 1372–1376, 2015, doi: 10.1016/b978-0-12-407724-9.00005-7.
- [41] J. A. Piqueras Rodríguez, C. Garcia-Oliva, y J. C. Marzo, “Uso problemático de Internet en adolescentes: relación con sexo, edad, nivel socioeconómico y frecuencia de uso de Internet [Problematic Internet Use among Adolescents: Relationship with Gender, Age, Socioeconomic

Status, and Frequency of Internet Use]”, *Acción Psicológica*, vol. 16, núm. 2, pp. 129–146, 2020, doi: 10.5944/ap.16.2.22382.

- [42] I. A. Díaz, K. Kopecký, J. M. R. Rodríguez, M. P. C. Reche, y J. M. T. Torres, “Patologías asociadas al uso problemático de internet. Una revisión sistemática y metaanálisis en WOS y Scopus”, *Investig. Bibl.*, vol. 34, núm. 82, pp. 229–253, 2020, doi: 10.22201/iibi.24488321xe.2020.82.58118.
- [43] A. Rial Boubeta *et al.*, “Variables Asociadas Al Uso Problemático De Internet Entre Adolescentes”, *Salud Drogas*, vol. 15, núm. 1, pp. 25–38, 2015.
- [44] A. García-Santillán y M. E. Escalera-Chávez, “Adicción hacia el Teléfono Móvil en Estudiantes de Nivel Medio Superior. ¿Cómo es el Comportamiento por Género?”, *Acta Investig. Psicológica*, vol. 10, núm. 3, pp. 54–65, 2020, doi: 10.22201/fpsi.20074719e.2020.3.358.
- [45] Periódico UNAL, “Ciberdependencia, enemiga silenciosa de la salud mental”, *Universidad Nacional de Colombia*, 2022. <https://periodico.unal.edu.co/articulos/ciberdependencia-enemiga-silenciosa-de-la-salud-mental> (consultado el 2 de septiembre de 2024).
- [46] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, “Ciberdependencia: un clic puede hacer la diferencia”, *25 de julio*, 2022. <https://iniciacentic.gov.co/776/w3-article-238151.html> (consultado el 3 de septiembre de 2024).

# LOS NATIVOS DIGITALES DE UNA INSTITUCION DE ESTUDIOS SUPERIORES (IES) DE LA CARRERA DE ANIMACIÓN DIGITAL Y EFECTOS VISUALES Y SU HABILIDAD DIGITAL DE PENSADOR COMPUTACIONAL

Patricia Guadalupe Gamboa Rodríguez<sup>1</sup>, Karla Alejandra Jiménez Martínez<sup>1</sup>, Oscar Homero Betanzos<sup>1</sup>, Manuel Iván Tostado Ramírez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Tecnológico Nacional de México ITS Coatzacoalcos (MÉXICO)*

<sup>2</sup>*Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)*

## Resumen

El presente estudio aborda la importancia de integrar tecnologías de información y comunicación en la educación superior a partir del dominio de las habilidades digitales conforme al marco de referencia estudiantil ISTE (Sociedad internacional de tecnología en educación) y con base al marco otorgado por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la ciencia y la cultura) y la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) enfocándose a la habilidad de pensamiento computacional, que como nativos digitales se establece puedan dominar por su experiencia y rasgos característicos de esta generación. El análisis se realiza a partir de una metodología cuantitativa mediante dos instrumentos de cuestionario como recolección de datos, validados por expertos de la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología y aplicados a una muestra de 98 estudiantes del tercer semestre de ingeniería en animación digital y efectos visuales del Tecnológico Nacional de México ITS Coatzacoalcos de la generación Agosto 2023, abarcando diferentes dimensiones como software, hardware, lógica computacional, técnicas de programación para la integración de la evaluación de la habilidad digital.

Palabras clave: Habilidad digital, pensamiento computacional, nativo digital, animación digital, marcos de referencia de habilidades digitales.

## Abstract

This study addresses the importance of integrating information and communication technologies into higher education through the mastery of digital skills, following the ISTE (International Society for Technology in Education) student framework and based on the frameworks established by UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) and ITU (International Telecommunication Union). The focus is on computational thinking skills, which digital natives are expected to master due to their generational experience and inherent traits. The analysis is conducted using a quantitative methodology, employing two validated questionnaire instruments as data collection tools. These questionnaires, validated by experts from the Latin American Society of Science and Technology, were administered to a sample of 98 third-semester students enrolled in the Digital Animation and Visual Effects Engineering program at the National Technological Institute of Mexico, ITS Coatzacoalcos, from the August 2023 cohort. The study encompasses various dimensions, including software, hardware, computational logic, and programming techniques, in order to assess digital skill proficiency.

**Keywords:** Digital skills, computational thinking, digital native, digital animation, digital skills frameworks.

## 1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de estar comunicados en un mundo globalizado ha abierto una variedad de posibilidades para el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), integrar herramientas, servicios y capacitación a las escuelas de educación superior para promover el desarrollo de competencias y habilidades digitales en los estudiantes y el uso efectivo de la tecnología en la educación superior, que lleve a ampliar las competencias y las habilidades, favorecer su inserción en la sociedad del conocimiento, fomentar el capital cognitivo y disminuir el porcentaje de estudiantes que no alcanzan el nivel básico de habilidades relacionadas con el aprendizaje de todas las materias de los planes de estudio actuales, motivo por el cual se ha convertido en tarea prioritaria para nuestro sistema educativo superior, esto a través de la preparación de los docentes y el evaluar a los estudiantes en el desarrollo continuo de sus competencias y habilidades mediante sus conocimientos activos.

Sin embargo, para esto, es importante comenzar desde la diferencia e integración de los conceptos entre competencia y habilidad digital, esto considerando el desarrollo de ambas partes, no solo de aprender a utilizar la tecnología sino fomentar la competencia digital en sí misma. Se define la competencia digital como “el uso crítico y responsable de las nuevas tecnologías en distintos ámbitos: para aprender, en el entorno laboral y como medio de participación en la sociedad y se construye en torno a la adquisición de conocimientos, destrezas y actitudes” p.31. [9] Otro autor favorece la definición anterior, ya que suponen un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y estrategias que se requieren para el uso de los medios digitales y de las tecnologías de la información y comunicación, considerando que dentro de sus características es promover la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas en un contexto digital [11], mientras que se considera que estos términos cuentan con unas diferencias importantes, la competencia establece que es un rasgo propio de las personas y que estas pueden desarrollarlo; la habilidad la define como la destreza de poder llevar a cabo con éxito una tarea determinada, por lo que las habilidades se entrenan aun cuando no contamos con ellas al principio; y el conocimiento considerándolo la integración de ambos conceptos, es algo que sabemos, es el activo principal del que poseemos y este va en aumento al poder involucrar el desarrollo de los rasgos como competencias y la destreza como habilidad [4].

Por ello el objetivo de la presente investigación es identificar el dominio sobre la categoría de habilidad digital en pensamiento computacional, aplicada en la comunidad estudiantil de la carrera de ingeniería en animación digital y efectos visuales, definiendo primero que son los nativos digitales, su importancia en este contexto y enfocados a los estudiantes que sufrieron el proceso post pandemia ingresando a la institución en el ciclo escolar 2023.

### 1.1 Estudiantes - Nativos digitales

Actualmente los estudiantes se encuentran en una etapa de nativos digitales [8], a los cuales se define como aquellos estudiantes que nacieron con un entorno enfocado en la tecnología [2], siendo su lenguaje digital el parlante de habla nativa, por ello se les denomina de esta forma; Otros autores definen que esta generación nacida bajo el entorno tecnológico, incluyen competencias digitales, aprendizaje experiencial y activo, interactividad y colaboración, inmediatez y conectividad [10], esto acorde a lo que demanda un nivel educativo superior, al igual se establece que de acuerdo a un estudio a 1000 estudiantes, estos requieren una educación diferente, exigen un cambio sobre el ámbito educativo tradicional que consideran es impartido por los inmigrantes digitales, prefiriendo charlas menos teóricas, una educación menos relevante y más conectada con la realidad, una conexión más globalizada buscando intereses a fines con sus compañeros [6], mientras Prensky por su parte establece que esta generación es amante de la velocidad al encontrarse con un banco vasto de información [7]; se consideran expertos en las multitareas, así como la multimedia. Con ello podríamos intuir que estas generaciones mantienen una fortaleza en el dominio de las competencias digitales y en el desarrollo de sus habilidades. Sin embargo, para poder definir este tipo

de competencias adquiridas se debe mantener el conocimiento sobre los marcos de referencia utilizados en la clasificación de estas[1].

## 1.2 Marco de referencia. Competencia digital

Se menciona que, en el 2006, conforme al parlamento europeo se consideró que la competencia digital es una de las ocho claves que cualquier estudiante debe haber desarrollado al finalizar la educación obligatoria como requisito para incorporarse en la sociedad del conocimiento [3]. Sin embargo, el tratamiento que se ha percibido de la competencia digital desde su origen hasta ahora, es la diversidad en la que los autores la tratan, desde el concepto de alfabetización digital, habilidades digitales, habilidades para el siglo XXI, entre otros conceptos. Esto ha imposibilitado una posición unánime y definida de manera universal en cuanto a lo específico de una competencia digital, así como las áreas y competencias que la componen.

Para poder aclarar un poco, se muestran los diferentes marcos existentes, tanto a nivel nacional como internacional que delimitan la competencia digital [1].

Entre ellos encontramos el Marco internacional de competencias TIC para docentes (UNESCO), el marco europeo de competencia digital ciudadana (DigComp), el Marco europeo de competencia digital docente (DigCompEdu), el marco de competencia digital para el ciudadano (Gobierno Vasco, España – Proyecto IKANOS), el marco español de competencia digital docente (Competencia digital INTEF) y el marco de competencia digital para educadores de la sociedad internacional de tecnología en educación (Estándares ISTE), conforme se muestran en la Tabla 1, de los cuales mostraremos tres de ellos que se involucran con el instrumento utilizado en esta investigación y su entorno a las competencias digitales.

Tabla 1. Marcos de competencia digital.

<b>UNESCO.</b> Marco internacional de competencias TIC para docentes	<b>DigComp.</b> Marco europeo de competencia digital ciudadana.	<b>DigCompEdu.</b> Marco europeo de competencia digital docente
<b>Proyecto IKANOS.</b> Marco de competencia digital para ciudadano (Gobierno Vasco, España).	<b>Competencia Digital INTEF.</b> Marco español de competencia digital docente.	<b>Estándares ISTE.</b> Marco de competencia digital para educadores de la Sociedad Internacional de Tecnología en Educación.

Nota. Marcos de referencia para la clasificación y características de las competencias digitales. Fuente: [https://abierta.ugr.es/pluginfile.php/2228/mod\\_resource/content/5/index.html](https://abierta.ugr.es/pluginfile.php/2228/mod_resource/content/5/index.html)

### 1.2.1 Marco de referencia UNESCO de competencia digital

Brutcher menciona que el marco de competencia TIC de la UNESCO, fue publicado en 2013 y actualizado en 2019, donde su principal objetivo es ser el marco de referencia para que a nivel internacional se desarrollen normativas integrales en relación a la competencia digital [5].

Dentro de este marco se establecen tres niveles los cuales comprenden la adquisición de conocimientos donde el docente permite proporcionar herramientas básicas a los estudiantes para que estos sean capaces de adoptar las tecnologías de información para su propio aprendizaje; otro nivel es la profundización de los conocimientos, en este nivel se permite que los estudiantes apliquen los conocimientos canalizados para la resolución de problemas completos, estos aplicados a la vida cotidiana; mientras que el último nivel se considera la creación de conocimientos, donde el nivel de profundidad se encamina hacia el aprendizaje permanente, la innovación y la creación de conocimientos por parte de los docentes.

### 1.2.2 DigComp: Marco europeo de competencia digital para la ciudadanía

Este fue desarrollado por el centro común de investigaciones (JCR), y actualizada constantemente, siendo este apartado el marco, donde se establecen ocho niveles de aptitud competencial (básico 1-2; intermedio 3-4; avanzado 5-6; y altamente especializado 7-8) con ejemplos en cada uno de los mismos, conforme se observa en la Figura 1, en esta se definen las etapas de búsqueda y gestión de información y datos, comunicación y colaboración, siendo el principal punto de partida para las competencias digitales, ya que en cualquier proceso de estudio, los estudiantes deberán reconocer herramientas de apoyo para la agilización en la gestión de información, mientras que la comunicación y colaboración permite que los pares se puedan integrar en la sustentabilidad de problemas complejos esto para posteriormente enfocarse en la resolución de problemas utilizando las herramientas y el conocimiento adquirido.



Figura 1. Marco de referencia europeo de competencia digital para la ciudadanía.

Nota: El diagrama muestra las diferentes etapas que comprenden el Proyecto DigComp. Fuente: [https://abierta.ugr.es/pluginfile.php/2228/mod\\_resource/content/5/2\\_digcomp\\_marco\\_europeo\\_de\\_competencia\\_digital\\_para\\_la\\_ciudadana\\_europa.html](https://abierta.ugr.es/pluginfile.php/2228/mod_resource/content/5/2_digcomp_marco_europeo_de_competencia_digital_para_la_ciudadana_europa.html)

### 1.2.3 Estándares ISTE para educadores

Para este estándar se involucran la Sociedad internacional de tecnología en educación, donde se desarrolla este marco competencial haciendo hincapié en las necesidades específicas que el estudiantado presenta durante el siglo XXI. Siendo de este modo la practica digital docente parte importante para fomentar la colaboración entre la comunidad estudiantil y el enfoque tradicional educativo.

En este marco el docente cubre los roles correspondientes que permitirán el desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes, siendo profesionales empoderados y catalizadores del aprendizaje, y bajo este mismo marco se elabora los estándares que en competencia digital los estudiantes deben cubrir que es la materia de la que nos compete en esta investigación.

### 1.2.4 Estándares ISTE para estudiantes

Este marco de estándares enfatiza las habilidades y competencias que se desean para los estudiantes, permitiendo encontrarse conectados en este mundo digital. A pesar de que estos estándares se encuentran globalizados no limitados a un rango de edad, nuestro propósito es demostrar si los nativos digitales cuentan con el dominio de las habilidades presentadas en este instrumento, de los cuales se mantienen activos en este estándar son aprendiz empoderado, ciudadano digital, constructor de conocimiento, diseñador innovador, pensador computacional, comunicador creativo, colaborador global, de estos nos



concentraremos en pensador computacional, siendo uno de los principales para los estudiantes de primer grado ya que dentro de la especialidad se encuentra el diseño de videojuegos que tiene como parte medular el diseño de personajes, y la solución de problemas a partir de la programación.

### 1.3 Habilidades digitales

(DGTIC UNAM, 2014) dentro de la Sociedad del conocimiento, el dominio y uso de las tecnologías de la información es parte esencial de todos los estudiantes, modificar el Sistema educativo tradicional para ahora presentar herramientas de apoyo en el proceso de enseñanza así como contar con las habilidades digitales pertinentes sobre el conjunto de saberes, y estos estar relacionados con el uso de herramientas de comunicación, acceso, procesamiento y producción de la información.

Para ello, existe una matriz proporcionada como clasificador de las habilidades digitales y conforme a las necesidades pertinentes, esto de acuerdo a la Tabla 2.

*Tabla 2. Clasificación de habilidades digitales.*

Tema 1. Acceso a la información	Tema 2. Comunicación y colaboración en línea	Tema 3. Seguridad de información	Tema 4. Procesamiento y administración de la información
Tema 5. Manejo de medios	Tema 6. Características de las computadoras	Tema 7. Ambientes virtuales del aprendizaje	Tema 8. Recursos y herramientas tecnológicas de apoyo a la enseñanza.

Nota. Clasificación de la UNAM sobre las habilidades digitales. Fuente: Propia.

De esta forma se evaluará, el dominio actual sobre la competencia digital enfocada pensador computacional, esto utilizando de acuerdo a lo proporcionado por su marco de referencia ISTE, aplicados a los estudiantes de Ingeniería en Animación Digital y Efectos Visuales y bajo el marco de las habilidades digitales de los recursos y herramientas tecnológicas de apoyo a la enseñanza, así como las características de las computadoras.

## 2 METODOLOGÍA

Para este estudio, se realiza una investigación de tipo cuantitativo de carácter descriptivo apegado a la línea de investigación tecnologías del aprendizaje de la carrera de ingeniería en animación digital y efectos visuales del Tecnológico Nacional de México ITS Coatzacoalcos, por sus características de análisis interpretativo; con ello se pretende investigar cuales son las áreas de dominio que cuentan los estudiantes en su habilidad de pensador computacional considerando el marco proporcionado por ISTE y la matriz de habilidades diseñada por la dirección general de computo y de tecnologías de información y comunicación (DGTIC) de la UNAM.

Dentro de los pasos a realizar se diseñaron dos instrumentos de competencia digital enfocadas al conocimiento sobre el entorno y operaciones básicas de hardware y software correspondiente, así como un instrumento que permitiera conocer la competencia que el estudiante posee en términos de técnicas de programación y resolución de problemas, dichos cuestionarios contaron con la revisión de expertos conformados por investigadores de la red de la Sociedad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología. Posteriormente se realizó el diseño en la aplicación Google Forms para poder encuestar a la comunidad

de ingeniería en animación digital y efectos visuales con ingreso de agosto 2023, considerando 98 participantes de un total de 150 de la población considerando un 65% total en la muestra final.

Los cuestionarios conforme se observan en la Tabla 3, se conformaron de 51 y 47 ítems respectivamente dividiéndolos en sus diferentes dimensiones para la determinación de su conocimiento.

*Tabla 3. Instrumentos de recolección de información.*

Cuestionario de Hardware y Software			Cuestionario de Lógica computacional		
Ítems	51		Ítems	47	
Dimensiones	Dispositivos de entrada	Dispositivos de salida	Dimensiones	Diagrama de flujo	Lenguajes de Programación
	Redes de computadoras	Operaciones del explorador de archivos		Unidades de almacenamiento	Técnicas de programación
	Operaciones del sistema operativo				

Se utilizó como muestra los estudiantes de nuevo ingreso del ciclo agosto 2023, considerando que de primera instancia cumplen con ser generación de nativos digitales, así como estudiantes que realizaron el proceso de post pandemia, fue a partir de una muestra aleatoria proporcionándoles el enlace correspondiente para responder los instrumentos y poder almacenar mediante el formulario las respuestas afirmativas y que nos permitieran realizar el análisis correspondiente a sus respuestas.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Instrumento de recolección de datos en el enfoque de hardware y software

Dentro de los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento hardware y software, se puede observar lo siguiente conforme a la Tabla 4:

*Tabla 4. Dispositivos de entrada y salida.*

Cuestionario de Hardware y Software		Resultados
Ítems	51	Dimensión Dispositivos de entrada y salida.

De acuerdo a la dimensión de dispositivos de entrada y salida, se identifica que el 78.2% de la muestra responden favorablemente a la identificación de los elementos que conforman en su equipo siendo las partes físicas, así como el 60.9% expresan que los dispositivos de entrada se conforman del teclado, mouse, micrófono y cámara; el 78.2% distinguen que el elemento que permite instalar sus programas y de los cuales depende la capacidad para poder guardar información es el disco duro; así como el 55.2% reconocen la diversidad sobre los programas al momento de poder instalarlos siendo portables, de pago o freeware por mencionar algunos; el 89.7% reconocen los componentes internos de una computadora contemplando tarjeta madre, disco duro, memoria RAM y procesador; el 77% de la muestra definen que la memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio) es donde se almacena información de manera temporal por lo que al ejercer un daño en el equipo o no guardar correctamente sus documentos pueden perderlos en su totalidad; el 74.7% identifican los dispositivos de salida de su equipo de computo al ser aquellos donde se muestran los resultados de los programas que utilizan.

En el tema de redes de computadoras la Tabla 5 nos muestra los resultados obtenidos para esta dimensión.

*Tabla 5. Redes de computadoras.*

Cuestionario de Hardware y Software		Resultados
Ítems	51	Dimensión Redes de computadoras.

En la muestra se observa que en conocimientos sobre el tema de redes el 56.3% reconocen que dentro de las ventajas del uso de red inalámbrica es mantener una mayor calidad de conexión, y que esta sea compatible con cualquier equipo utilizado, mientras que el 29.9% es contar con conectividad móvil y que sea gratuita para todos los usuarios, así como el 13.8% consideran que el tener mayor velocidad en esta permite disminuir los costos de transferencia de datos en la red.

En la dimensión del explorador de archivos, conforme a la Tabla 6, se obtiene lo siguiente:

*Tabla 6. Operaciones del explorador de archivos.*

Cuestionario de Hardware y Software		Resultados
Ítems	51	Dimensión Operaciones del explorador de archivos.

Los estudiantes utilizan algunas operaciones de manejo de archivos a través del explorador por lo que en este termino el 80.5% conocen los pasos necesarios para dar permisos de solo lectura a sus archivos evitando que cualquier usuario pueda tener acceso a ellos, mientras que el 81.6% conocen el procedimiento básico de recuperación de archivo o material de uso dentro del explorador de archivos utilizando la papelera de reciclaje, de igual manera el 72.4% de los estudiantes reconocen que si bien de manera física sus archivos se encuentran dentro del disco duro, ellos pueden gestionar y manipularlos a través del explorador puesto que se encuentran guardados en carpetas.

La dimensión de operaciones del sistema operativo, nos es importante para poder determinar el manejo de la plataforma por parte de los estudiantes y de ello conforme a la Tabla 7, se obtiene lo siguiente:

*Tabla 7. Operaciones del sistema operativo.*

Cuestionario de Hardware y Software		Resultados
Ítems	51	Dimensión Operaciones del sistema operativo.

Los estudiantes en un 92% participan del uso de meta comandos para poder realizar operaciones de copiado y pegado sobre elementos que utilizan en el sistema operativo, al igual que el 75.9% conocen el procedimiento para instalar y desinstalar programas dentro de su equipo de cómputo, identifican en un 54% el conocimiento sobre el significado de una máquina virtual y su uso, dentro de su conocimiento en un 44.8% han identificado los problemas que pueden suceder cuando un equipo se bloquea, así como el uso que los estudiantes han hecho en un 59.8% sobre el significado de respaldo.

### 3.1.1 Interpretación

De acuerdo a estos resultados y conforme a la matriz de habilidades mostradas por la (DGTIC UNAM, 2014) que se muestra en la Figura 2, se analiza lo siguiente:

Tema 6		Rubro	Habilidades nivel 1	Habilidades nivel 2	Habilidades nivel 3
Características de las computadoras	6.1 Hardware y unidades de almacenamiento		<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identificar las características de uso de diferentes tipos de computadoras: portátil, laptop, netbook, tableta, servidores, etcétera.</li> <li>b) Identificar los componentes internos y externos de la computadora: dispositivos de entrada y salida, tarjeta madre, capacidad de memoria, sistema operativo, etcétera.</li> <li>c) Identificar usos de unidades y tecnologías de almacenamiento de información: disco duro, memorias externas, SD, USB, SIM, tipos de discos: CD, DVD, Blue-ray, etcétera.</li> <li>d) Cambiar la configuración del escritorio: fecha y hora, color y resolución de la pantalla, volumen.</li> <li>e) Conectarse a una red por cable o inalámbrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Crear o eliminar un acceso directo; mover íconos en el escritorio.</li> <li>b) Consultar información básica de la computadora: sistema operativo, versión, memoria RAM.</li> <li>c) Identificar formas de almacenamiento de la información física y virtual.</li> <li>d) Identificar unidades de transmisión de información: bits por segundo, Kbps, Mbps, Gbps.</li> <li>e) Distinguir semejanzas y diferencias entre sistemas operativos: Linux, Windows, OS X, iOS, Android.</li> <li>f) Identificar las propiedades de un sistema operativo: libre o comercial, versión, número de bits.</li> <li>g) Instalar y desinstalar software de aplicación.</li> <li>h) Desplazarse entre ventanas en un sistema operativo gráfico: cerrar, abrir, minimizar, maximizar, cambiar.</li> <li>i) Identificar unidades de información: bits, bytes, múltiplos.</li> <li>j) Establecer equivalencias entre las distintas unidades de información.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Instalar un sistema operativo.</li> <li>b) Actualizar el S.O. instalado en el equipo de cómputo.</li> <li>c) Actualizar el software de aplicación instalado en el equipo de cómputo.</li> <li>d) Usar diferentes modos de ahorro de energía en el equipo de cómputo.</li> </ul>

Figura 2. Matriz de habilidades digitales en hardware y unidades de almacenamiento.

Nota. Clasificación de la UNAM sobre las habilidades digitales. Fuente: <https://educatic.unam.mx/publicaciones/matriz-habilidades-digitales.html>.

Los estudiantes de la carrera de ingeniería en animación digital y efectos visuales, desde su ingreso cuentan con el contacto de los equipos de cómputo, por lo que dentro de su oferta académica mantienen el manejo de los dispositivos de entrada y salida, así como el mantener una constante en la instalación de aplicaciones, programas elementos que requieren para sus asignaturas determinando entre estas para el desarrollo de sus habilidades digitales las consideradas como fundamentos de programación, programación orientada a objetos, arte digital y diseño industrial que son asignaturas que se introducen desde primer semestre.

Con ello y de acuerdo a las habilidades determinadas por la matriz de la (DGTIC UNAM, 2014) se establece un nivel de determinación 2, puesto que, si bien en un 60% de ellos participan de la instalación y/o actualización del sistema operativo, o bien del manejo de ahorro de energía, no es su totalidad es parte del programa o sus actividades, por lo que se identifica como espacio de mejora para poder alcanzar el nivel 3 determinado a estas áreas.

### 3.2 Instrumento de recolección de datos en el enfoque de lógica computacional

El otro instrumento utilizado para la recopilación de datos se establece en el área de lógica computacional, como se puede observar conforme a la Tabla 8:

Tabla 8. Diagrama de flujo.

Cuestionario de Lógica computacional		Resultados
Ítems	47	Dimensión Diagrama de flujo

Los estudiantes expresan en un 58.2% que los diagramas de flujo se caracterizan por su sencillez, claridad, simbología y flexibilidad para la representación de la solución de un problema, de igual manera el 82.7% de ellos identificaron la simbología utilizada dentro de estos para poder representar la entrada de datos, salida de datos, manejo de operaciones, condiciones entre otras. Mientras que en términos de lenguajes de programación conforme se muestra en la Tabla 9 se presentan los siguientes resultados.

*Tabla 9. Lenguajes de programación.*

Cuestionario de Lógica computacional		Resultados
Ítems	47	Dimensión Lenguajes de programación

La población encuestada manifiesta en un 88.8% la identificación del código fuente como resultado a analizar por los lenguajes de programación, así como determinan los diferentes tipos de lenguajes de programación existentes por sus niveles y resolución a problemas como Python, C, C#, identifican en un 45.9% la diferencia entre los lenguajes estructurados, secuenciales, lineales, o los orientados a programación por objetos. Este es un hecho importante considerando que desde primer semestre cuentan con conocimientos a esta área, por lo que otro de los puntos a revisar es su dominio sobre las unidades de almacenamiento que se muestran en la Tabla 10.

*Tabla 10. Unidades de almacenamiento.*

Cuestionario de Lógica Computacional		Resultados
Ítems	47	Dimensión Unidades de almacenamiento

En la variedad de problemas mostrados por unidades de almacenamiento, los estudiantes en un 66.3% identifican la diferencia entre un kilobyte a un megabyte en términos de información esto les permite poder establecer en temas de archivos los tamaños correspondientes a sus documentos, programas, diseños y elementos que se utilizan dentro de sus primeros semestres.

De igual manera para poder hacer referencia al termino de programación es necesario identificar cuales son las técnicas de programación que reconocen, esto conforme a los resultados obtenidos en la Tabla 11, se muestran de la siguiente forma.

*Tabla 11. Técnicas de programación.*

Cuestionario de Lógica computacional		Resultados
Ítems	47	Dimensión Técnicas de programación

El 77.6% de los estudiantes consideran los pseudocódigos como una técnica de programación para expresar de lenguaje natural a código el resultado de un problema planteado, el 55.1% reconocen el algoritmo como una serie de pasos para poder programar, de igual manera el 71.4% presentan que las fases correctas para poder resolver un programa mediante la programación es realizar el análisis correspondiente, diseño, codificación, compilación y ejecución. Esto nos permite poder dar seguimiento conforme a las asignaturas planteadas para el fortalecimiento de esta habilidad.

### 3.2.1 Interpretación

De acuerdo a estos resultados y conforme a la matriz de habilidades mostradas por la (DGTIC UNAM, 2014) que se muestra en la Figura 3, se analiza lo siguiente.

Rubro	Habilidades nivel 1	Habilidades nivel 2	Habilidades nivel 3
8.1 Sitios web		<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Crear una página Web con HTML.</li> <li>b) Seleccionar el medio más adecuado de acuerdo con el mensaje a transmitir.</li> <li>c) Incorporar medios en una página web: imagen, audio, video y animación.</li> <li>d) Integrar enlaces a otras páginas web.</li> <li>e) Integrar anclas a otras secciones de una página web.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Programar un formulario.</li> <li>b) Usar hojas de estilo (CSS) para diseñar un sitio web.</li> <li>c) Integrar el contacto a través de correo electrónico.</li> </ul>
8.2 Algoritmos		<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Analizar un problema para identificar entradas, procesos, soluciones y resultados.</li> <li>b) Usar la lógica matemática para resolver problemas cotidianos.</li> <li>c) Diseñar algoritmos para resolver funciones matemáticas: factorial.</li> <li>d) Representar procesos o soluciones con diagramas de flujo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Usar un software para elaborar diagramas de flujo.</li> </ul>
8.3 Lenguajes de programación		<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Distinguir las características de diferentes lenguajes de programación: Java, C, C++, PHP.</li> <li>b) Identificar metodologías de programación: lean agile, orientada a objetos, por eventos, estructurada.</li> <li>c) Usar ciclos: while, do while, for each, for.</li> <li>d) Usar estructuras condicionales: if then, if then else, case.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Utilizar tablas de verdad para diseñar circuitos lógicos.</li> <li>b) Programar ciclos: while, do while, for each, for.</li> <li>c) Programar estructuras condicionales: if then, if then else, case.</li> <li>d) Programar funciones.</li> <li>e) Utilizar expresiones anidadas.</li> <li>f) Definir tipos de datos.</li> <li>g) Aplicar el concepto de recursividad.</li> </ul>

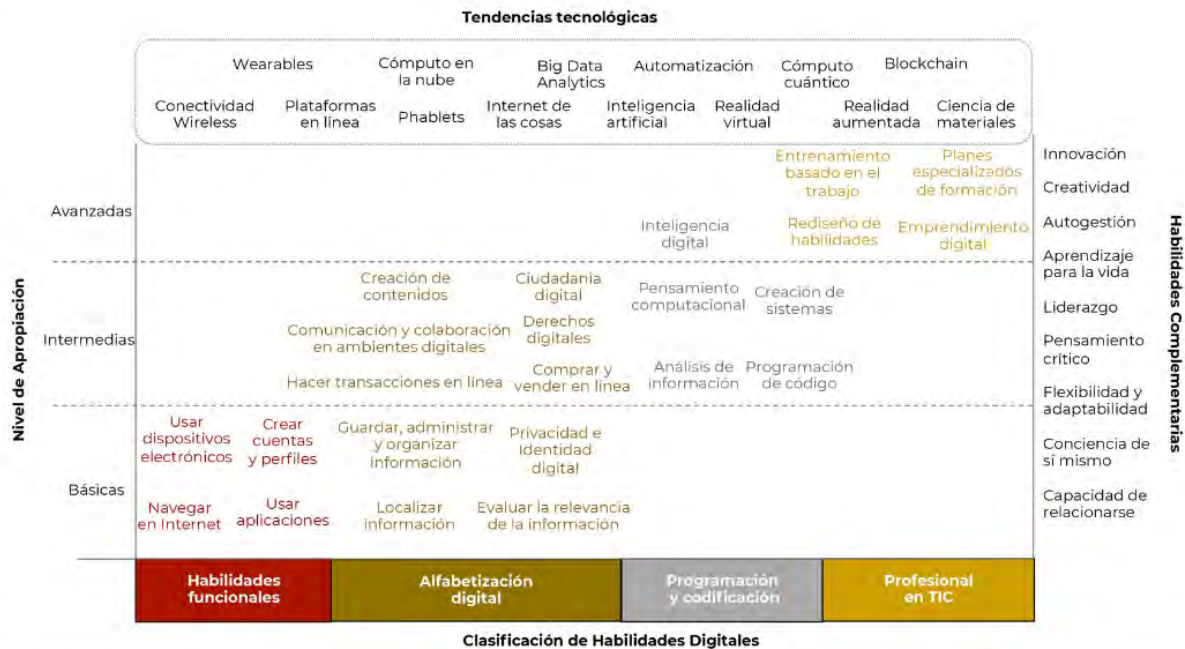
Figura 3. Matriz de habilidades digitales en herramientas tecnológicas de apoyo a la docencia.

Nota. Clasificación de la UNAM sobre las habilidades digitales. Fuente: <https://educatic.unam.mx/publicaciones/matriz-habilidades-digitales.html>.

Para poder determinar el nivel alcanzado en esta habilidad, es necesario plantear que los estudiantes ingresados en esta oferta educativa, no provienen al 100% de las áreas de computación, sino en su mayoría con intereses de dibujo y arte, anexo a esto al incorporarse en nuestra institución se encuentran de primera instancia con el contacto directo de la lógica computacional al integrarse con asignaturas de fundamentos de programación, con ello iniciando o replanteando el conocimiento en los temas de lenguajes de programación, técnicas de programación, algoritmos entre otras, sin embargo el análisis nos muestra que en la evaluación conformada para agosto 2024 que es fecha de recopilación de los datos de esta investigación nos encontramos que el 100% de los estudiantes alcanzan el nivel 2, donde utilizan estructuras condicionales, analizan problemas cotidianos, identificando soluciones a través de la algoritmia y el manejo de programación estructura así como de orientado a objetos. Analizando la matriz correspondiente si no se encuentran en esos niveles por la falta de incumplimiento sobre el diseño de sitios web o el manejo de tablas de verdad para el estudio de circuitos, pero el resto de las actividades planteadas se utilizan durante el primer año académico.

Con lo anterior y de acuerdo a la fuente establecida como marco de referencia entre UNESCO y la Unión internacional de telecomunicaciones (UIT), se muestra el mapa de habilidades digitales en la figura 6. De ello se encuentra que los estudiantes de la carrera de animación digital y efectos visuales a su primer año académico plantean un dominio sobre las habilidades digitales conforme a la imagen del mapa, en la categoría de habilidades funcionales a su nivel básico contemplando un total sobre las actividades que se plantean, y en el tema de programación y codificación a un nivel avanzado en la resolución de problemas, manejo de técnicas de programación, desarrollo de lógica computacional, programación con lenguajes, creación de programas.

Figura 4. Mapa de habilidades digitales.



Nota. Clasificación de las habilidades digitales conforme al marco de UNESCO y UIT. Fuente: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444450/Marco\\_de\\_habilidades\\_digitales\\_vf.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444450/Marco_de_habilidades_digitales_vf.pdf)

Con lo anterior, se determina que los nativos digitales de la oferta académica de ingeniería en animación digital y efectos visuales, cumplen conforme al estándar ISTE enfocado a los estándares de estudiantes en el marco de las habilidades digitales, de sus siete aspectos determinados y evaluando el que nos corresponde pensador computacional de la siguiente manera:

- Los estudiantes a partir del primer semestre utilizan estrategias que les permiten identificar soluciones a problemas de manera cotidiana, utilizando recursos tecnológicos para la resolución de los mismos.
- Los estudiantes fortaleciendo esta habilidad utilizan la toma de decisiones a partir del análisis de datos y representación mediante las técnicas de programación y el manejo de los lenguajes a través de la codificación, así como el manejo de diagramas de flujo, pseudocódigos o algoritmos.
- Estos utilizan la descomposición de partes mediante la algoritmia, para poder obtener la comprensión del problema y la resolución a partir de diferentes formas que la lógica les establezca.

#### 4 CONCLUSIONES

De acuerdo con los nativos digitales al nacer bajo una generación tecnológica, mantienen un amplio panorama sobre la búsqueda correspondiente a la resolución de problemas, a través de una necesidad experiencial y activa. Dentro de esta oferta su principal enfoque es el diseño de personajes, arte digital y la programación enfocada a los videojuegos, motivo por el que su interés radica en poder comprender el descomponer sus partes del todo en pequeños elementos que les permitan poder crear, diseñar y programar sus propios proyectos [10].

El resultado obtenido tiene como base la integración de los marcos de referencia planteados por la UNAM, UNESCO, UIT y con ello poder delimitar el nivel alcanzado por los estudiantes de primer grado de la institución.

La habilidad digital correspondiente a pensador computacional, se fortalece en el instituto desde la concepción de las asignaturas, así como el fortalecimiento de los nativos al mantener ese rasgo de interés

tecnológico, por lo que el contemplar en este instrumento que se ha fortalecido de manera positiva con los conocimientos planteados, así como de las actividades que se realizan, mantienen un plan de mejora a futuro, no solo para alcanzar el siguiente nivel establecido sino para continuar con la evaluación de las siguientes habilidades que plantea el estándar ISTE como integración de los estudiantes en la sociedad del conocimiento permitiendo ser agentes de su propio aprendizaje.

## REFERENCIAS

- [1] N. Butcher (2019). Marco de competencias docentes en materia de tic unesco. París: unesco.
- [2] F. Cabra Torres & G. P. Marciales Vivas (2009). Mitos, realidades y preguntas de investigación sobre los 'nativos digitales': una revisión. *Universitas Psychologica*, 323-338.
- [3] S. Carvajal Romero (2021). Competencia digital en la formación del profesorado de matemáticas. Obtenido de 1Library: <https://1library.co/document/zk8627pz-competencia-digital-formacion-profesorado-matematicas.html>
- [4] A. Delgado (2016). *Digitalizate: Como digitalizar tu empresa*. Barcelona: Librosdecabecera.
- [5] DGTIC UNAM (2014). *Matriz de habilidades digitales*. México: UNAM.
- [6] A. Piscitelli (2008). *Nativos Digitales*. Recuperado el 27 de 07 de 2024, de Repositorio Digital: [https://repositorio.consejodecomunicacion.gob.ec/bitstream/CONSEJO\\_REP/5543/1/Nativos%20digitales.pdf](https://repositorio.consejodecomunicacion.gob.ec/bitstream/CONSEJO_REP/5543/1/Nativos%20digitales.pdf)
- [7] M. Prensky (2015). *Enseñar a nativos digitales*. Ciudad de México: Biblioteca Innovación educativa.
- [8] J. Ramos (2021). *Herramientas digitales para la educación*. Xinxii.
- [9] M. A. Rodríguez Domenech (2021). *Una forma diferente de educar a través de la ciudad. El proyecto ¡Nosotros proponemos!* Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla La mancha.
- [10] D. J. Skiba & A. J. Barton (2006). Adapting your teaching to accommodate the net generation of learners. *Online journal of issues in nursing*.
- [11] C. Villafuerte Garzón (2024). *Competencias digitales en la educación*. CIDE EDITORIAL. doi:10.33996/



# LOS NIÑOS Y LA TECNOLOGÍA: NIÑOS EN UN MUNDO DIGITAL

Rosa Leticia Ibarra Martínez<sup>1</sup>, Héctor Luis López López<sup>1</sup>, Ana Paulina Alfaro Rodríguez<sup>1</sup>, Stephany Arly López Díaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

Esta investigación se centra en la interacción de los niños con la tecnología de la información y la comunicación (TIC) y el papel de los padres en guiar su uso. A través de encuestas a 50 padres, se analizan aspectos como la familiaridad con las aplicaciones, el tiempo de uso diario y el conocimiento sobre el contenido digital al que acceden sus hijos. Los resultados indican que, aunque una mayoría de padres tiene conciencia sobre las aplicaciones utilizadas y algunos enseñan un uso responsable, un porcentaje significativo no implementa controles adecuados. Se destaca la necesidad de fomentar la educación parental sobre el uso seguro de las TIC y proporcionar herramientas de control que ayuden a proteger a los niños en un entorno digital en constante cambio. Se recomienda la implementación de programas de capacitación para padres que aborden la importancia de la supervisión activa y el conocimiento de las herramientas tecnológicas disponibles.

Palabras clave: Educación, padres, supervisión, tecnología, TIC.

## Abstract

This research focuses on children's interaction with information and communication technology (ICT) and the role of parents in guiding its use. Through surveys of 50 parents, aspects such as familiarity with applications, daily usage time, and knowledge of the digital content accessed by their children are analyzed. Results indicate that while most parents are aware of the applications used and some teach responsible usage, a significant percentage do not implement adequate controls. The need for parental education on safe ICT use is emphasized, along with providing control tools to protect children in a constantly changing digital environment. It is recommended to implement training programs for parents that address the importance of active supervision and knowledge of available technological tools.

Keywords: Education, parents, supervision, technology, ICT.

## 1 INTRODUCCIÓN

Es característico de nuestra cultura observar cómo los niños acceden a dispositivos electrónicos como tablets, computadoras y celulares desde edades tempranas. La tecnología ofrece una gran variedad de herramientas atractivas, lo que ha llevado a muchos adultos a utilizarlas de manera práctica en la crianza de sus hijos. Estas tecnologías no solo han invadido los espacios de juego, sino también el ámbito educativo, fenómeno que ha sido ampliamente aceptado. Sin embargo, esta rápida integración tecnológica ha generado cambios significativos en el desarrollo individual y en las relaciones familiares, a menudo sin que las familias se percaten de su verdadero impacto [1]. Para respaldar estas ideas, Livingstone y Blum-Ross exploran en su obra cómo los temores y esperanzas en torno a la tecnología afectan la vida de los niños y sus familias en un contexto digital en rápida evolución

La tecnología tiene el potencial de mejorar significativamente las habilidades de aprendizaje de los niños, al proporcionar un entorno interactivo y accesible donde pueden explorar, experimentar y aprender de manera lúdica. Los recursos educativos, como videos, aplicaciones, juegos y simuladores [1] permiten a los niños comprender conceptos complejos de una forma más efectiva y atractiva. En este contexto, la tecnología se convierte en una herramienta valiosa que no solo facilita el aprendizaje, sino que también los prepara para enfrentar los retos de un mundo cada vez más digital. Livingstone y Blum-Ross destacan que, aunque existen preocupaciones sobre el uso de la tecnología en la infancia, también hay un amplio

potencial para que los padres y educadores utilicen estas herramientas de manera efectiva para desarrollar habilidades cognitivas y sociales en los niños.

## 1.1 Planteamiento de la investigación

En la actualidad, los niños se encuentran inmersos en un entorno digital caracterizado por una creciente interacción con diversas tecnologías, lo que genera la necesidad de investigar las consecuencias de esta exposición. Esta investigación busca analizar la relación entre la estructura familiar, el acceso y uso de la tecnología por parte de los niños en hogares con diferentes dinámicas familiares. Se pretende comprender cómo el número de hijos, su edad y la disponibilidad de dispositivos tecnológicos influyen en la interacción de los niños con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). A pesar de los beneficios indiscutibles que la tecnología puede ofrecer en términos de acceso a información y oportunidades de aprendizaje, también se presentan riesgos significativos. Entre estos se incluyen el acceso a contenido inapropiado, la adicción a dispositivos electrónicos y posibles repercusiones en la salud mental de los niños.

Se busca comprender cómo el acceso a dispositivos electrónicos y plataformas digitales afecta la formación de habilidades, valores y comportamientos en los niños, así como sus relaciones interpersonales. Aunque la tecnología ofrece ventajas, como un entorno de aprendizaje interactivo y accesible [1], también plantea riesgos, incluyendo la exposición a contenido inapropiado y problemas de salud mental.

## 1.2 Justificación

El auge de las TIC en la vida cotidiana de las familias ha transformado la forma en que los niños interactúan con su entorno. A pesar de la alta conectividad y acceso a dispositivos tecnológicos, existe una preocupación por la falta de educación sobre el uso responsable de estas herramientas. Comprender las dinámicas familiares y el uso de la tecnología permitirá diseñar estrategias que fomenten una educación digital adecuada y un uso equilibrado de los recursos tecnológicos, beneficiando así el desarrollo integral de los niños.

La importancia de este estudio radica en que se lleva a cabo en la etapa crucial del desarrollo infantil, donde los estímulos externos y el cuidado parental juegan un papel fundamental. Durante la primera infancia, se producen cambios significativos en el desarrollo socio-afectivo y cognitivo que pueden verse afectados por el uso excesivo de la tecnología.

Adicionalmente, se considera pertinente evaluar el momento adecuado para la introducción de teléfonos inteligentes o tablets en la vida de los niños, así como el balance necesario entre el uso de estas herramientas y la interacción humana. Este análisis no tiene la intención de desestimar el avance tecnológico, sino de proponer un enfoque crítico que permita garantizar un uso seguro y beneficioso de la tecnología en la vida de los más jóvenes.

## 1.3 Objetivo de la investigación

### 1.3.1 *Objetivo General*

Analizar la relación entre las dinámicas familiares, el acceso a la tecnología y el uso de dispositivos digitales por parte de los niños, con el fin de identificar patrones de comportamiento y proponer estrategias para un uso seguro y responsable de la tecnología en el entorno familiar.

### 1.3.2 *Objetivos específicos*

- Identificar las características demográficas de las familias participantes, enfocándose en el número de hijos y sus rangos de edad.
- Analizar los dispositivos tecnológicos disponibles en el hogar y el acceso a internet, evaluando cómo estos factores afectan la interacción de los niños con la tecnología.
- Explorar las prácticas de supervisión y educación digital que llevan a cabo los padres en relación con el uso de las TIC por parte de sus hijos.
- Proponer recomendaciones para mejorar la educación digital en el hogar y fomentar un uso responsable y saludable de la tecnología entre los niños.

## 1.4 Antecedentes

### 1.4.1 *Uso de la tecnología por parte de los niños*

Las Tecnologías de Información y Comunicación ya han cambiado el mundo y, a medida que aumenta el número de niños que se conectan en línea en todos los países, está cambiando cada vez más su infancia. Fondo de las Naciones Unidas para los Niños [2]. Las tecnologías digitales han ganado importancia en la vida de los niños, aunque no son esenciales. Los niños disfrutan de juegos digitales y vídeos, pero también participan en actividades no digitales. Es fundamental equilibrar el uso de la tecnología con actividades como el juego al aire libre y el uso de juguetes no digitales, especialmente cuando se realizan en compañía de los padres. Estas actividades digitales pueden complementar los intereses que los niños desarrollan en su vida no digital.

A pesar de que se les considera "nativos digitales" [3] en cierta medida, su capacidad para interactuar con la tecnología varía. Muchos niños adquieren rápidamente habilidades básicas y, en algunos casos, competencias más avanzadas, como el uso de aplicaciones y redes sociales. Sin embargo, las habilidades de los más pequeños son limitadas y requieren guía de adultos para navegar el entorno digital de manera segura. Esto se ve reflejado en la discusión sobre la aplicabilidad de los conceptos de "nativo digital" e "inmigrante digital" para los niños, enfatizando que necesitan apoyo en el uso de tecnologías.

El uso de dispositivos digitales ha aumentado entre los infantes, quienes interactúan con contenido educativo, juegos y vídeos en línea. Sin embargo, esta exposición temprana plantea preocupaciones sobre el desarrollo cerebral, la salud visual y la calidad del contenido. Además, la dependencia excesiva de la tecnología puede afectar el desarrollo de habilidades sociales, autonomía y creatividad.

Se destaca la necesidad de identificar prácticas recomendadas para el uso saludable de la tecnología, promoviendo un entorno digital que beneficie el crecimiento y bienestar de los niños. Las tecnologías digitales también sirven de ayuda para los padres, manteniendo ocupados a los niños durante tiempos de espera y funcionando como incentivos en sistemas de recompensa. Según [2], los jóvenes menores de 18 años representan aproximadamente un tercio de los usuarios de internet, accediendo a la tecnología a edades cada vez más tempranas. Las brechas digitales también son una preocupación, mostrando divisiones socioeconómicas significativas en el acceso a internet en diferentes regiones del mundo.

### 1.4.2 *Beneficios y riesgos de la exposición temprana a la tecnología*

La exposición temprana a la tecnología puede proporcionar una serie de beneficios significativos para el desarrollo de los niños [4], [5], [6]. En primer lugar, la tecnología puede servir como una herramienta educativa poderosa, ofreciendo acceso a una amplia gama de recursos y materiales educativos diseñados específicamente para la edad y nivel de desarrollo de los niños. Programas y aplicaciones educativas pueden ayudar a promover habilidades académicas como la lectura, la escritura, las matemáticas y la ciencia, fomentando el aprendizaje temprano en un entorno interactivo y atractivo. Además, la tecnología puede facilitar la exploración del mundo que rodea a los niños, ofreciendo oportunidades para descubrir nuevas ideas, conceptos y culturas [7].

Sin embargo, también existen riesgos asociados con la exposición temprana a la tecnología. El uso excesivo de pantallas puede afectar negativamente el desarrollo cognitivo y emocional de los niños, contribuyendo a problemas como la disminución de la atención, dificultades en el aprendizaje y alteraciones en el sueño. Asimismo, la falta de control parental adecuado puede exponer a los niños a contenidos inapropiados, lo que puede impactar su bienestar psicológico [8].

Además, la exposición excesiva a pantallas entre los niños pequeños es un tema de creciente preocupación. Un metaanálisis [9] publicado en JAMA Pediatrics revela que más del 75% de los menores de 2 años y el 64% de aquellos entre 2 y 5 años exceden las recomendaciones de tiempo frente a pantallas, que son de un máximo de una hora diaria. La investigadora Lucrezia Crescenzi-Lanna destaca que, aunque hay estudios que sugieren una relación entre el tiempo frente a las pantallas y un desarrollo cognitivo y del lenguaje inferior, establecer una conexión de causa y efecto es complicado. Además, enfatiza la importancia de la interacción con adultos durante la exposición a la tecnología, ya que este tipo de interacciones son fundamentales para el desarrollo infantil. Por lo contrario, los investigadores [10], [11], [12] comentan que el uso de pantallas como forma de entretenimiento sin supervisión puede resultar

perjudicial. Por lo tanto, es esencial no solo limitar el tiempo de exposición, sino también considerar el contenido consumido y la calidad de las interacciones que acompañan dicha experiencia.

## **2 METODOLOGÍA**

### **2.1 Enfoque y metodología**

El presente estudio adopta un enfoque metodológico mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos con el objetivo de obtener una comprensión más completa del fenómeno en cuestión. La investigación es de carácter descriptivo y correlacional, utilizando métodos de encuesta para la recolección de datos. El enfoque mixto permite abordar la investigación desde una perspectiva amplia y profunda, integrando lo mejor de ambos métodos y compensando sus limitaciones individuales.

Por un lado, los datos cuantitativos incluyen información estructurada y cerrada, como las actitudes medidas mediante escalas de puntuación. Estos datos se analizarán a través de procedimientos estadísticos, lo que permitirá responder a preguntas de investigación específicas y probar hipótesis planteadas previamente. Por otro lado, los datos cualitativos, que incluyen información abierta obtenida a través de entrevistas, grupos de discusión y observaciones, se analizarán mediante la categorización de palabras y comportamientos, con el fin de captar la diversidad de ideas reunidas. La combinación de ambos métodos no solo mejora la corroboración de los resultados, sino que también amplía la profundidad de la interpretación de los datos.

### **2.2 Población y muestra**

La población de interés en este estudio se centró en los padres de familia del Kinder Francisco Gabilondo Soler, con dirección calle los cóndores, Francisco Alarcón y la Escuela primaria Rafael Lizárraga Zazueta con dirección calle misión San Juan, Las Misiones, en la ciudad de Mazatlán, Sinaloa, quienes tienen un papel crucial en la crianza y educación de los niños.

La muestra en esta investigación fue un grupo de 50 personas, miembros de la APF (ASOCIACION DE PADRES DE FAMILIA), en dicho grupo el 6% son hombres y 94% mujeres, cuyos hijos se encuentran cursando grados diferentes de nivel básico. 25 padres de familia del kínder Francisco Gabilondo Soler y 25 padres de familia de la Primaria Rafael Lizárraga Zazueta.

La muestra seleccionada de 50 individuos dentro de esta población, fueron elegidos mediante un proceso de muestreo aleatorio simple. Este tamaño de muestra se consideró adecuado para el alcance de la investigación y la disponibilidad de recursos, permitiendo obtener datos significativos y representativos de la población de interés.

### **2.3 Instrumentos de recolección de datos**

En este estudio, se utilizó un cuestionario como instrumento principal para la recolección de datos sobre el "uso de las TIC en menores". El cuestionario, diseñado de forma propia, consta de dos secciones: la primera incluye la introducción y las instrucciones, seguida de datos demográficos como el nombre y número de hijos. La segunda sección comprende doce preguntas con escalas de frecuencia, predominando las respuestas cerradas. Los datos obtenidos permitieron analizar la influencia de las TIC en niños de 3 a 14 años, incluyendo su uso, impacto social y el conocimiento de los padres sobre controles parentales. La naturaleza cuantitativa de los datos facilitó la representación de resultados en gráficos estadísticos, permitiendo así extraer conclusiones.

### **2.4 Procedimiento de recopilación de datos**

La recopilación de datos desempeña un papel fundamental en la obtención de información significativa que responde a las preguntas de investigación planteadas. En este estudio, se utilizaron herramientas digitales como Google Forms y Excel, que ofrecen un enfoque eficiente y flexible para la gestión y el análisis de datos. Google Forms se utilizó para diseñar un cuestionario que incluyó una variedad de tipos de preguntas, como abiertas, cerradas y escalas de Likert. Esta plataforma permitió una recopilación estructurada de

información, y su uso electrónico facilitó la participación de un amplio grupo de padres de familia, logrando así un alcance significativo.

Una vez recopilados los datos a través de Google Forms, se exportaron a Excel para realizar un análisis más exhaustivo. En Excel, los datos se organizaron en hojas de cálculo, permitiendo un análisis detallado mediante el uso de estadísticas descriptivas y análisis más avanzados, como pruebas de hipótesis y análisis de regresión. Esto permitió explorar las relaciones entre diferentes variables y responder a preguntas específicas de la investigación. Aunque el uso de Google Forms y Excel presenta beneficios evidentes, como su accesibilidad y versatilidad, también se deben considerar los desafíos, como la variabilidad en la familiaridad de los investigadores con estas herramientas y la complejidad en el manejo de grandes volúmenes de datos, lo que puede conducir a errores si no se utilizan técnicas adecuadas de gestión.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Datos demográficos

El análisis de los datos recopilados revela una variabilidad significativa en la composición familiar de los 50 encuestados. El 26% de los participantes indicó tener un hijo, mientras que el 36% reportó tener dos y el 26% tres, con un 12% que afirmó tener cuatro hijos. Estos resultados sugieren la existencia de diversas dinámicas familiares dentro de la muestra, lo que puede influir en la crianza y la gestión del tiempo familiar.

En cuanto a las edades de los hijos, en el Gráfico 1 se observa que la mayoría de los encuestados (52%) tiene hijos en el rango de 3 a 5 años, seguido por un 48% con hijos de 6 a 9 años. Estos datos indican que un gran número de los participantes son padres de niños en etapas clave del desarrollo, lo que implica que estas familias están en una posición crucial para influir en el uso de la tecnología y en la formación de habilidades digitales en sus hijos.

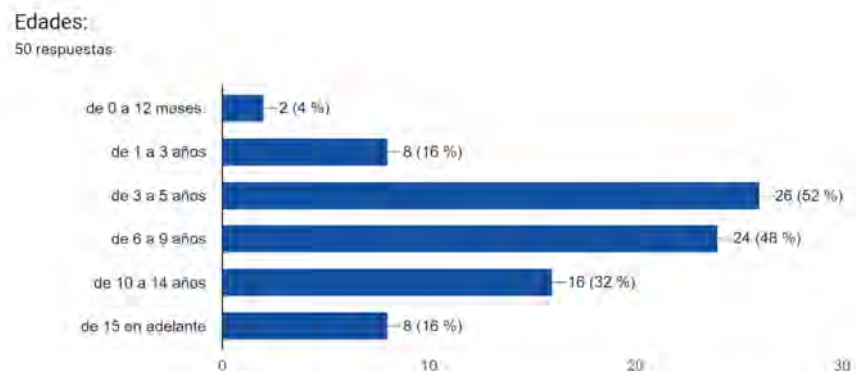


Gráfico 1. Edades de los hijos.

El análisis revela que el 4% de los encuestados tiene hijos de 0 a 12 meses, y el 16% tiene niños de 1 a 3 años, indicando una presencia significativa de padres de niños en la primera infancia. El 52% tiene hijos de 3 a 5 años, reflejando una mayoría en etapa preescolar. Además, el 48% tiene hijos de 6 a 9 años, y el 32% de 10 a 14 años, lo que sugiere una exposición creciente a la tecnología. Finalmente, el 16% tiene hijos mayores de 15 años, indicando un acceso aún más amplio a recursos tecnológicos.

#### 3.2 Uso de herramientas tecnológicas y conectividad

El análisis de los datos obtenidos sobre el acceso a dispositivos tecnológicos en el hogar, Gráfico 2, muestra que el 66% de los niños tienen acceso a un celular, lo que indica una alta prevalencia de

smartphones como herramienta principal para la interacción digital. Además, el 44% tiene acceso a tablets, lo que sugiere que estos dispositivos son ampliamente utilizados para el entretenimiento y el aprendizaje en casa. Por su parte, el 40% de los encuestados cuenta con un ordenador, fundamental para el desarrollo académico y creativo de los niños.

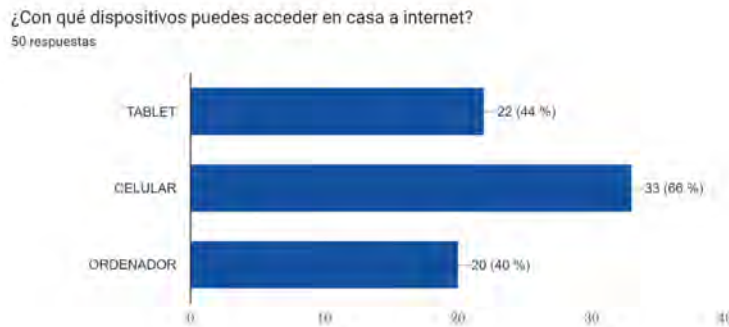


Gráfico 2. Dispositivos con acceso a Internet en casa.

Asimismo, el 94% de los hogares dispone de conexión a internet, lo que proporciona un acceso crucial a recursos en línea que enriquecen la experiencia educativa y social de los niños. Sin embargo, un 6% de los hogares no tiene acceso a internet, lo que podría limitar las oportunidades de aprendizaje y comunicación. Estos hallazgos son relevantes para comprender el entorno digital en el que se desarrollan los niños y pueden guiar el desarrollo de estrategias que fomenten un uso seguro y responsable de la tecnología en su vida cotidiana.

El Gráfico 3 muestra el análisis de las horas de uso diario de dispositivos tecnológicos por parte de los hijos de los encuestados revela que el 68% de ellos utilizan la tecnología entre 3 y 4 horas al día. Esto indica que la mayoría de los niños pasa una cantidad significativa de tiempo interactuando con diferentes actividades digitales. Un 20% reporta un uso aún mayor, de 5 horas o más, lo que podría generar preocupaciones sobre el equilibrio con otras actividades esenciales. Por último, solo el 12% de los encuestados afirma que sus hijos usan dispositivos durante 1 a 2 horas diarias, sugiriendo que algunos padres establecen límites saludables.



Gráfico 3. Horas de utilización de dispositivos tecnológicos

El análisis de los datos indica que el 71.4% de los encuestados posee dispositivos tecnológicos propios para sus hijos, mientras que el 28.6% no. Esta mayoría sugiere que la mayoría de los niños de la muestra tienen acceso a dispositivos personales, lo cual podría impactar en su autonomía digital y en su interacción cotidiana con la tecnología. Este acceso a dispositivos individuales puede influir en el desarrollo de habilidades digitales y en la forma en que los niños se relacionan con el entorno digital.

### 3.3 Supervisión parental

El análisis de las respuestas a la pregunta "¿Conoces las aplicaciones que frecuentemente utilizan tus hijos?" revela información clave sobre la conciencia parental respecto a las actividades digitales de sus hijos. De los 50 encuestados, el 76% afirmó conocer las aplicaciones que utilizan sus hijos, lo que sugiere que la mayoría de los padres están activamente involucrados en la supervisión de las actividades digitales. Este nivel de conocimiento puede estar relacionado con un interés en garantizar la seguridad de sus hijos en un entorno digital, así como con una práctica de supervisión activa.

Sin embargo, el 24% restante no tiene conocimiento de las aplicaciones que usan sus hijos, lo que indica una falta de información que podría exponer a los niños a riesgos en línea. Esta situación puede surgir por varios factores, como la falta de tiempo, interés o habilidades para investigar las aplicaciones utilizadas. La discrepancia en el nivel de conocimiento entre los padres resalta la necesidad de una comunicación abierta y constante sobre el uso de la tecnología en el hogar. Fomentar un diálogo sobre las aplicaciones y plataformas digitales no solo ayuda a los padres a estar informados, sino que también promueve el uso seguro y responsable de la tecnología entre los niños. Por lo tanto, es fundamental que los padres se mantengan actualizados sobre las tendencias digitales y las aplicaciones populares para proteger mejor a sus hijos en un mundo cada vez más conectado.

El análisis de las respuestas a la pregunta sobre si los padres enseñan a sus hijos a hacer un uso adecuado de las TIC revela que el 52% de ellos no están involucrados en esta educación, lo que podría deberse a la falta de conciencia sobre su importancia o a la escasez de tiempo. En contraste, el 46% sí instruyen a sus hijos, evidenciando un compromiso significativo hacia el uso responsable de la tecnología.

Asimismo, el 56% de los encuestados utilizan aplicaciones de control parental para supervisar las actividades en línea de sus hijos, mientras que el 44% no lo hacen. Esta discrepancia podría estar relacionada con el desconocimiento de dichas herramientas o la confianza en la capacidad de sus hijos para navegar de forma segura. Estos hallazgos subrayan la necesidad de educación sobre la seguridad digital y la protección del bienestar infantil en un entorno digital.

El análisis de la familiaridad de los padres con aplicaciones de control parental se muestra en el Gráfico 4, revela que el 60% de los encuestados conocen la aplicación Family Link, una herramienta popular de Google para establecer límites de tiempo de pantalla y supervisar actividades en línea. El 14% está al tanto de Qustodio, que ofrece características similares, mientras que el 18% reconoce Kids Place, diseñada para crear un entorno seguro en dispositivos Android. Sin embargo, el 24% de los encuestados no utiliza ninguna aplicación de control, lo que podría reflejar confianza en la capacidad de sus hijos para navegar de manera segura por internet o falta de conocimiento sobre estas herramientas.

Cual de estas aplicaciones conoces para manejar el contenido de control parental con tus hijos?  
 50 respuestas

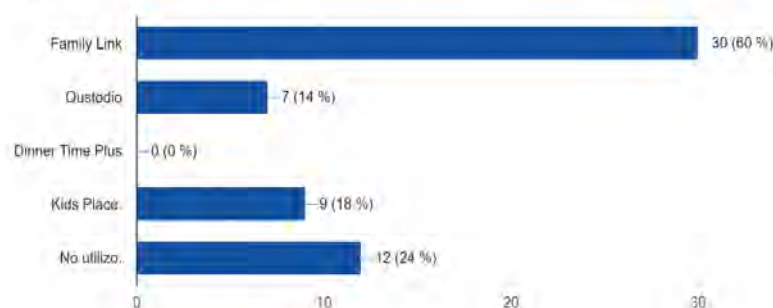


Gráfico 4. Aplicaciones de control parental.

El estudio sobre la familiaridad de los padres con aplicaciones educativas, Gráfico 5, indica que solo el 18% de los encuestados conocen Duolingo Kids, una herramienta enfocada en el aprendizaje de idiomas para niños. Un 14% está familiarizado con Búho Boo, que ofrece actividades para el desarrollo en diversas áreas. El 12% reconoce Lingo Kids, destinada a enseñar inglés a los más pequeños. Además, el 8% conoce

Writing Wizard, enfocada en la escritura, y un 4% tiene conocimiento de Mathland, que enseña matemáticas. A pesar de esto, un 56% de los encuestados no utiliza ninguna aplicación educativa, lo que puede reflejar una falta de conocimiento sobre estas herramientas o una preferencia por métodos de enseñanza más tradicionales. Esta situación destaca la necesidad de aumentar la concienciación entre los padres sobre la disponibilidad de aplicaciones educativas y sus beneficios en el aprendizaje de los niños.

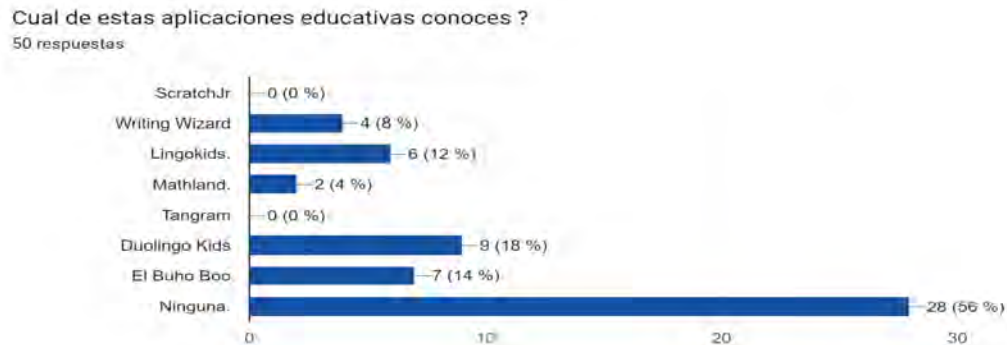


Gráfico 5. Aplicaciones educativas que conocen los padres.

## 4 CONCLUSIONES

Este estudio ofrece una visión valiosa sobre la vida cotidiana de los niños más jóvenes y su interacción con las nuevas tecnologías. El análisis de los datos revela que una mayoría de padres no enseña a sus hijos sobre el uso adecuado de las TIC, con un 52% de encuestados en desacuerdo con esta práctica. Además, el 56% no utiliza aplicaciones de control parental, lo que indica una falta de supervisión que podría afectar el bienestar digital de los niños.

A pesar de que muchos niños han desarrollado habilidades operativas y algunas competencias digitales avanzadas, carecen de la madurez necesaria para reconocer los riesgos en línea. Esto hace vital la mediación activa por parte de los padres, quienes a menudo son más restrictivos que activos, preocupados por el uso excesivo de la tecnología y sus efectos en la salud. Esto puede llevar a subestimar peligros potenciales, como la exposición a contenido inapropiado. La mayoría de los niños accede a la tecnología desde una edad temprana, lo que resalta la necesidad de supervisión parental más activa. Aunque algunos padres controlan el uso de la tecnología, otros no están tan involucrados, lo que podría resultar en una exposición riesgosa.

### 4.1 Recomendaciones

- Fomentar la Educación Digital: Es crucial que los padres se informen sobre la importancia de enseñar a sus hijos a utilizar la tecnología de manera responsable.
- Adoptar Herramientas de Control Parental: Se sugiere la implementación de aplicaciones que supervisen el acceso a contenido digital para proteger a los niños de riesgos en línea.
- Promover Aplicaciones Educativas: Es esencial que los padres conozcan y utilicen aplicaciones educativas para enriquecer el aprendizaje de sus hijos.
- Conciencia sobre el Tiempo de Pantalla: Se debe incentivar un equilibrio saludable entre el uso de la tecnología y otras actividades como el juego al aire libre y la socialización.
- Estas acciones son fundamentales para garantizar que los niños tengan una experiencia digital segura y productiva.



## REFERENCIAS

- [1] S. Livingstone and A. Blum-Ross, "Parenting for a Digital Future: How Hopes and Fears about Technology Shape Children's Lives," Oxford: Oxford University Press, 2020, Obtenido de: <https://doi.org/10.1093/oso/9780190874698.001.0001>.
- [2] Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), "Crecer en el mundo digital: Cómo internet afecta al bienestar y la seguridad de los niños," pp. 7, 2017, Obtenido de: <https://news.un.org/es/story/2017/12/1423682>.
- [3] M. Prensky, "Digital Natives, Digital Immigrants," *On the Horizon*, vol. 9, no. 5, pp. 1-6, 2001, Obtenido de: <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>.
- [4] Carrión, S. V. (2023). Impacto de las tics en el desarrollo infantil (0-6). *Revista Internacional Interdisciplinar de Divulgación Científica*, 2(1), 1-15.
- [5] Hurwitz, L., y Schmitt, K. (2020). ¿Pueden los niños beneficiarse de una exposición temprana a Internet? Vínculos a corto y largo plazo entre el uso de Internet, las habilidades digitales y el rendimiento académico. *Comput. Educ.*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103750>.
- [6] Chordia, I., Yip, J. y Hiniker, A. (2019). Uso intencional de tecnología en la educación de la primera infancia. *Actas de la ACM sobre interacción persona-ordenador*, 3, 1-22. <https://doi.org/10.1145/3359180>
- [7] L. Crescenzi-Lanna, "El uso de pantallas y el desarrollo infantil: Una cuestión de contexto y calidad de la interacción," *JAMA Pediatrics*, vol. 175, no. 2, pp. 123-126, 2021.
- [8] J. Domínguez, "Impacto del uso de pantallas en el desarrollo infantil," *Revista de Pediatría y Salud Digital*, vol. 4, no. 1, pp. 45-50, 2019.
- [9] B. González, "Oportunidades y desventajas de la exposición a pantallas en menores," *Universitat Oberta de Catalunya*, 2023, Obtenido de: <https://www.uoc.edu/es/news/2023/186-como-exponer-menores-cinco-anos-pantallas>.
- [10] Robles Estrada, E., del Carpio Ovando, P. S., & Gago Galvagno, L. G. (2024). Uso de pantallas y su influencia en la cognición y los hitos del desarrollo motor de infantes mexicanos. <https://doi:10.21134/rpcna.2024.11.2.3>
- [11] García, S. V., Velazquez, M. C., D Agostino, A. E., Salto, D. J., Lardies Arenas, F. M., Cuozzo, S. V., Diaz Ballve, L. P. M., & Dias de Carvalho, T. (2023). Uso de pantallas, sedentarismo y actividad física en los niños menores de seis años, durante el periodo de aislamiento social preventivo y obligatorio en AMBA: encuesta en línea. *Revista de la Facultad de Ciencias Medicas (Cordoba, Argentina)*, 80(4), 456–475. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v80.n4.40343>
- [12] Uso de pantallas, sedentarismo y actividad física en los niños menores de seis años, durante el periodo de aislamiento social preventivo y obligatorio en AMBA: encuesta en línea. (2023). *Revista De La Facultad De Ciencias Médicas De Córdoba*, 80(4), 456-475. <https://doi.org/10.31053/1853.0605.v80.n4.40343>

# PARADIGMA DE LA PROGRAMACION ORIENTADA A OBJETOS (POO)

Lucio Guadalupe Quirino Rodríguez<sup>1</sup>, Eduardo Alfonso Huerta Mora<sup>2</sup>, Asia Cecilia Carrasco Valenzuela<sup>3</sup>, Héctor Luis López López<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería y Tecnología de Mazatlán (MÉXICO)

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Preparatoria Rubén Jaramillo (MÉXICO)

## Resumen

El estudio “paradigma de programación orientada a objetos”, tuvo como objetivo principal el detectar el nivel de aprendizaje de los alumnos que cursan la materia de paradigma orientada a objetos POO, se utilizó la metodología híbrida, cuantitativa-cualitativa para analizar los datos recabados de una muestra de 65 estudiantes de la carrera de ingeniería de software de la universidad autónoma de occidente, unidad regional sur. Se aplicó un cuestionario de 10 ítems de tipo linkert, para evaluar cada una de las características de la POO, abstracción, polimorfismo, encapsulación y herencia. También se entrevistó por medio de un cuestionar de preguntas abiertas a cada docente sobre la experiencia que tiene sobre los recursos didáctico utilizados para la instrucción de la materia. Los resultados que se obtuvieron indican que más del 50% de los estudiantes no entienden el paradigma de la POO, solo el 28% si lo entiende y lo aplica para solucionar problemas reales y el 22% entiende los conceptos, pero no los saben aplicar a cada situación problemática que se les presenta. Se recomiendan algunas estrategias didácticas de aprendizaje tales como aprendizaje basado en proyectos, descomposición de problemas, etc. Lo cual reducirá el número de reprobados en esta materia y entenderán el paradigma orientado a objetos.

Palabras clave: Aprendizaje, educación, enseñanza, objeto, paradigma, programación.

## Abstract

The study “Object-Oriented Programming Paradigm” aims to detect the level of learning among students enrolled in the Object-Oriented Programming (OOP) course. A hybrid quantitative-qualitative methodology is used to analyze data collected from a sample of 65 software engineering students from the Autonomous University of the West, Southern Regional Unit. A questionnaire with 10 items was administered to evaluate each of the characteristics of OOP: abstraction, polymorphism, encapsulation, and inheritance. Additionally, each instructor was interviewed using an open-ended questionnaire about their experiences with the educational resources used to teach this subject. The results indicate that more than 50% of the students do not understand the OOP paradigm, only 28% understand and apply it to solve real-world problems, and 22% understand the concepts but do not know how to apply them to different problem situations they encounter. Several educational strategies are recommended, such as project-based learning, problem decomposition, etc., which will help reduce the number of students failing this course and improve their understanding of the object-oriented programming paradigm.

Keywords: Learning, education, teaching, object, paradigm, programming.

## 1 INTRODUCCIÓN

Durante la formación profesional de los estudiantes relacionados con los sistemas informáticos, es de suma importancia el manejar diferentes estrategias de enseñanza para que lo aprendido sea de útil para la solución de problemas. No debe ser la excepción en la enseñanza de una metodología de programación. Es por ello, que se aborda este estudio en una de las materias cursadas por los estudiantes, “programación orientada a objetos”, es una asignatura que enseña al alumno el uso de un nuevo paradigma de programación de mucha utilidad para el desarrollo de aplicaciones de escritorio, en internet y para

dispositivos móviles. Es por ello es necesario que los docentes desarrollen habilidades, disposición, capacidades y competencias para un aprendizaje más significativo para los estudiantes.

Por ello, la autoridad encargada de las carreras de informática tenga especial cuidado en la planeación de actividades relacionadas con un aprendizaje de las nuevas tecnologías de hoy en día, esto a través de cursos, talleres, actualización de contenidos, prácticas y actividades extra clase para fortalecer lo visto en clases.

Una de las teorías que abordaremos en este estudio es el constructivismo; esta teoría nos da a conocer una nueva cultura educativa que se centra en cómo las personas construyen su conocimiento [1]. Además de incluir aspectos teóricos de la programación orientada a objetos, la cual es el objeto de estudio de la investigación llevada a cabo.

Jean Piaget es considerado como uno de los expositores más ideológicos de la psicología del siglo XX. Su tesis está dirigida no solo en el área de la psicología sino también por las ciencias pedagógicas, etc. Básicamente trabaja dos vertientes: el descubrir y explicar las formas más elementales del pensamiento humano ser humano [2], Trabajando la psicología infantil y el desarrollo intelectual.

La teoría constructivista del aprendizaje tiene varias características clave que la distinguen de otros enfoques educativos. Aquí explicaremos los más importantes de la teoría.

El aprendizaje activo es un método de aprendizaje en que los estudiantes deben de asumir el rol de protagonistas en su etapa de aprendizaje, en este aprendizaje participan de manera reflexiva y activa, no como en la forma tradicional donde solo el maestro es el principal transmisor de conocimiento y solo el alumno escucha sin participar, a diferencia del enfoque activo los alumnos interactúan de manera directa y dinámica con los contenidos, aumentando y aplicando la crítica a lo que aprendieron en situaciones prácticas. Este tipo de aprendizaje, sustenta que los alumnos construyen activamente sus conocimientos a través de sus experiencias diarias, escuela, hogares, empleos, etc., esto se logra por medio de la exploración, experimentación y resolviendo problemas.

El postulado del aprendizaje activo propone los enfoques de la participación activa de los estudiantes, aprendizaje basado en el estudiante, colaboración y trabajo en equipo, realizar prácticas del conocimiento realizar retroalimentación continua, evaluación formativa y reflexiva y conexión con experiencias previas mediante las características actuales de nuestro mundo, exige que la formación de los futuros profesionistas requiere un cambio [3].

El segundo factor o etapa de cómo es que ser humano adquiere el conocimiento es la influencia del medio social. El conocimiento no se construye de manera aislada, sino que se encuentra influenciado por la interacción social, la cultura y el lenguaje Vygotsky establece que los aprendizajes se dan primero en situaciones sociales internalizarse en lo individual. La interacción con otras personas da al estudiante la oportunidad de observar, imitar y participar activamente en el aprendizaje lo que ayuda a conocer nuevos conceptos.

Es indiscutible que la reflexión ofrece al estudiante el analizar experiencias previas y relacionadas con la nueva información. Se puede conceptualizar la reflexión [4] "Consiste en pensar, meditar y evaluar sobre tus comportamientos, pensamientos, actitudes, motivaciones, etc. La reflexión es una estrategia que permite obtener información sobre el proceso de aprendizaje". Los estudiantes, cuando reflexionan realizan un esfuerzo consciente por hacer conexiones de lo que ya aprendieron con los nuevos aprendizajes, esto facilita las construcciones de nuevos aprendizajes, lo cual corrige malos entendimientos reforzando ideas claves.

Una vez analizada la teoría del constructivista, abordaremos el paradigma de la programación orientada a objetos, definiendo que es un paradigma de programación: "Los paradigmas de programación son modelos para resolver problemas comunes con nuestro código, son caminos, guías, reglas, teorías y fundamentos que agilizan nuestro desarrollo y evitan que reinventemos la rueda" [5], resumiendo la definición anterior, podemos afirmar que un paradigma de programación por lo tanto es un método ya probado y validado para resolver un problema. Existen muchos paradigmas de programación entre los cuales podemos mencionar: Programación estructurada, programación por procedimientos, programación modular, paradigma de la programación orientada a objetos, etc.

Hablando de la parte técnica de la programación orientada a objetos (POO), se establece que esta metodología organiza el programa en objetos en lugar de módulos o subrutinas, definiendo un objeto como con una entidad del mundo real que cuenta con atributos y comportamientos [6]. En la POO se definen clases que es como una plantilla para crear objetos tratando de ejemplificar es aseveración es cuando al principio de crear un fraccionamiento se crea una casa modelo y en base a esta se crea todo el fraccionamiento.

Según los autores [7], [8], [9] afirman que una de las características principales de la POO es la de proporcionar una estructura clara, además de la facilidad de ofrecer la reutilización y encapsulación de código fuente lo que mejora el desempeño y fácil lectura de los programas. Es indiscutible que la programación, hoy en día es uno de los métodos más utilizados y adaptable a muchos lenguajes de programación de alto nivel. La POO ofrece muchas ventajas entre las cuales podemos mencionar: La reutilización y extensión del código, crea sistemas más complejos, existe una aproximación al mundo real, puede pude implementar programas visuales, se hace para practico el desarrollo de software, se trabaja en equipo y sobre todo facilita el mantenimiento del software.

La programación orientada a objeto se sustenta en cuatro pilares de la programación: Abstracción, encapsulamiento, herencia y polimorfismos [10]. La abstracción consiste en reducir las dificultades y complejidades del mundo real realizando un modelado solo de lo más importante de cada objeto, no tomando en cuenta detalles innecesarios permitiendo a los desarrolladores de programas dar importancia solo a la parte de mayor interés. La abstracción se dice es la mar importante de los pilares de la POO ya que de aquí parte un buen análisis y diseño orientado a objetos [5].

Encapsulación se refiere a la implementación de métodos dentro de una estructura de un programa, haciendo invisible con los métodos toda la información de mis atributos. El objetivo de la encapsulación es la de garantizar la integridad de mis datos por los medios de acceso a los atributos o métodos, los cuales pueden ser públicos, privados o protegidos. Con esta característica de la programación orientada a objeto, los usuarios de una clase desconocen la implementación de mi código.

La herencia en el paradigma orientada a objeto se refiere al mecanismo por el cual una clase o plantilla hereda los atributos y características de otra clase. Utilizando esta característica podemos decir que nuestros códigos de programación serán más rápidos y eficiente, además nos permite la reutilización de código, logrando así código mucho más limpio y entendible. Es importante mencionar que existe tipos de herencia manejables en los lenguajes de programación de alto nivel: Herencia simple, múltiple, jerárquica e híbrida. Con el manejo de herencia tenemos una gama de posibilidades y maneras de desarrollar eficientemente y estructurada nuestros programas [11].

De manera literal podemos definir el polimorfismo como la virtud de un objeto para adquirir múltiples formas o comportamientos. En términos de la programación se refiere a un mismo nombre a varios métodos, pero con distintos comportamientos. Cuando se utiliza esta característica en el paradigma de la programación orientada a objeto se tiene un sinfín de ventajas, por ejemplo: Permiten que los objetos se comporten de manera diferente, ayuda a ejemplificar la lógica del programa, expandir la funcionalidad del programa, etc.

## 2 METODOLOGÍA

Para la realización de esta investigación se utilizó una metodología híbrida o con un enfoque tipo mixto. En el enfoque mixto hace una división de enfoques tanto cualitativo como cuantitativo. El enfoque cuantitativo se refiere “a un conjunto de estrategia científicas que se usan en investigación para obtener información expresada en datos numéricos.”. Con esta información se pueden medir los resultados expresados en base a números. Este tipo de enfoque se puede emplear en el área de las ciencias exactas. Sin embargo, el enfoque cualitativo, se refiere a procedimientos que tienen su aplicación en las áreas de sociales, por ejemplo, en el área de psicología, administración, educación, etc. Estos dos enfoques se pueden combinarse para generar el modelo híbrido. Para llevar a cabo enfoque cuantitativo en la investigación, se utilizó un diseño no experimental descriptivo mediante encuesta a los estudiantes con 10 preguntas para cada característica de la programación orientada a objetos - abstracción, herencia, polimorfismo y encapsulación- el cuestionario está diseñado con preguntas de tipos likert donde el estudiante respondería el nivel de entendimiento y dominio (alto, medio y bajo), para cada una de las características de la POO para enfoque cualitativo, se entrevistó de manera verbal a los docentes sobre la importancia del paradigma

de la POO en otras materias de lenguaje de programación. Se realizó una categorización y codificación a partir de las respuestas recogidas por el cuestionario. El diseño de la investigación se clasifica como un estudio de casos, realizado en la Universidad Autónoma de Occidente en la carrera de Ingeniería de Software, FIMAZ.

La muestra fue conformada por 65 estudiantes (51 hombres y 14 mujeres) del tercer semestre que cursan la asignatura de programación orientada a objetos de los turnos matutino y vespertino de las carreras de ingeniería de sistemas de información y dos profesores que imparte la misma materia en ambos turnos de la Universidad Autónoma de Occidente unidad regional sur. El grupo de los 65 estudiantes fueron seleccionados por que es el único grupo que actualmente llevan la materia de programación orientada a objetos y de suma importancia conocer su opinión acerca del desarrollo académico de la materia. Por lo tanto, podemos decir que la técnica de muestreo fue simple y directa y no probabilística. Para este estudio se utilizó la herramienta SPSS versión 20 para el procesamiento y análisis de la información.

### 3 RESULTADOS

Los primeros datos encontrados respecto a la claridad de conceptos en los pilares o característica de la programación orientada a objetos expuesto por los estudiantes que por el momento cursan esta materia, se pueden observar en la figura 1, lo cual tenemos: El concepto de abstracción (explicar algo) el 21.5% de los estudiantes si tienen un claro entendimiento sobre este tema de este concepto, el 66.2% no lo entienden, sin embargo, el 12.3% si lo entiende, pero no sabe dónde utilizarlo o como aplicarlo en soluciones de problemas; En herencia se observa un 30.8% de los estudiantes si comprenden este concepto, un 40% no entienden el tema y 29.2% desconoce cómo y dónde aplicar esta característica; para la fase de polimorfismo el 21.5% si lo entiende, el 46.2% no entiende y 32.3% de manera parcial lo que significa que lo entiende pero no saben cómo aplicarlo; y para finalizar tenemos que la Encapsulación solo el 38.5% si lo entiende y lo sabe aplicar en situaciones que se les presente, el 46.2% realmente se le hace difícil de entender y para parcialmente tenemos un 15.4%.

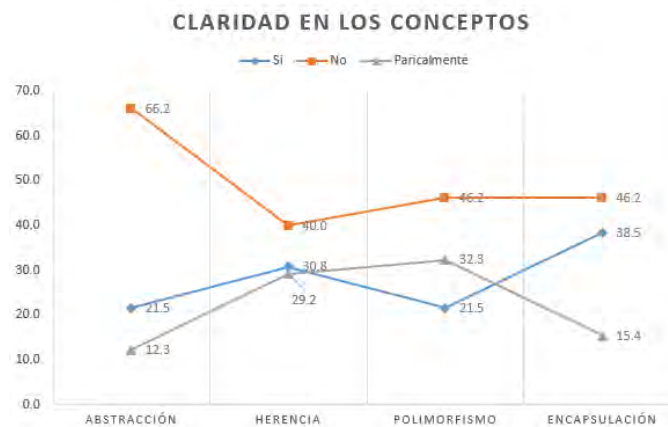


Figura 1. Claridad en los conceptos de POO.

Tabla 1. Claridad en conceptos.

Pilar	Si	No	Parcialmente	Total
Abstracción	14	43	8	65
Herencia	20	26	19	65
Polimorfismo	14	30	21	65
Encapsulación	25	30	10	65
Total	73	129	58	260

En la Figura 2, se puede ver claramente que el 50% de los alumnos encuestados no entiende realmente ningún concepto (Abstracción, polimorfismo, herencia y encapsulación) del paradigma orientado a objetos; solo el 28% de los alumnos sí lo entiende y aplican estos conceptos para resolver cualquier problema; en la variable parcialmente identificamos solo el 22% de los estudiantes que entienden los conceptos de la POO, sin embargo, no saben aplicarlos a la solución de problemas.

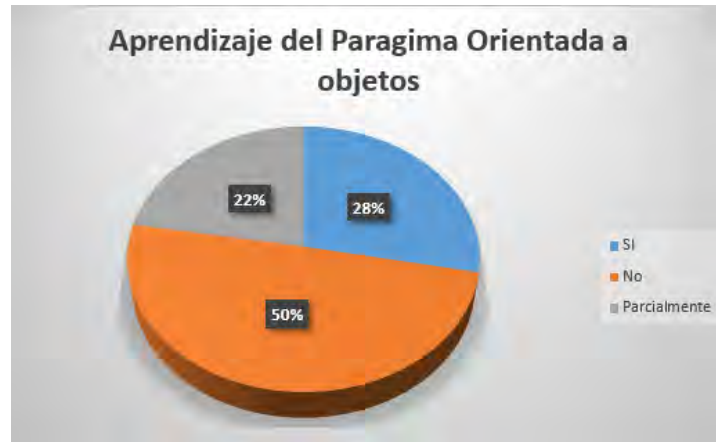


Figura 2. Aprendizaje de la POO.

En la Figura 3, se observa el nivel de aprendizaje de los estudiantes en relación con las características fundamentales o pilares de la programación orientada a objetos (POO), que son: abstracción, herencia, polimorfismo y encapsulación. Los datos muestran que un 33.3% de los estudiantes no comprenden el concepto de abstracción, lo que indica una dificultad significativa para asimilar esta característica esencial de la POO, que permite simplificar problemas complejos al centrarse en los elementos relevantes para el contexto.

Respecto a la herencia, el 32.8% de los estudiantes tienen una comprensión parcial del término. Aunque logran identificar la herencia como un mecanismo que permite que una clase adquiera propiedades y comportamientos de otra, no logran aplicar este concepto de manera efectiva en la resolución de problemas reales, lo que puede deberse a la falta de experiencia práctica o a una comprensión incompleta de su funcionalidad en contextos concretos.

El término de polimorfismo es entendido de manera parcial por el 36.2% de los estudiantes. Si bien algunos logran comprender la idea de que los objetos pueden tomar múltiples formas y que las clases derivadas pueden comportarse de diferentes maneras, aún presentan dificultades al aplicar este principio en escenarios más complejos, lo que limita su capacidad para aprovechar al máximo la flexibilidad que ofrece la POO.

Por último, un 34.2% de los estudiantes manifiestan una comprensión clara y son capaces de poner en práctica el concepto de encapsulación. Este porcentaje refleja una mayor familiaridad con este pilar, que se refiere a la capacidad de ocultar los detalles internos de un objeto y exponer únicamente las interfaces necesarias para interactuar con él, promoviendo así, la modularidad y la seguridad en el código.

Tabla 2. Claridad en conceptos

Pilar	Si	No	Parcialmente	Total
Abstracción	19.2	33.3	13.8	66.3
Herencia	27.4	20.2	32.8	80.3
Polimorfismo	19.2	23.3	36.2	78.6
Encapsulación	34.2	23.3	17.2	74.7



Figura 3. Aprendizaje de POO.

Una limitación o desventaja que pudiera presentarse en este estudio es que los resultados analizados puedan ser difíciles de generalizar debido a los múltiples enfoques en el manejo y la implementación de la POO, metodologías de diseño, y los cambios en la evaluación. Además, de los constantes avances acelerados de las TIC así como los nuevos paradigmas de programación que vuelven obsoletas las nuevas investigaciones.

## 4 CONCLUSIONES

El paradigma de programación orientada a objetos ha revolucionado la manera en que desarrollamos software, proporcionando un enfoque más intuitivo y alineado con la forma en que percibimos el mundo real. A través de conceptos clave como encapsulamiento, herencia y polimorfismo, OOP permite la creación de sistemas más modulares, reutilizables y mantenibles. Además, la OOP fomenta una mejor organización del código, facilitando la colaboración en equipos de desarrollo y la gestión de proyectos complejos. Sin embargo, también presenta desafíos, como la sobre complicación en el diseño y la curva de aprendizaje asociada a sus principios.

A medida que la tecnología avanza, la OOP sigue evolucionando, integrándose con otros paradigmas y adaptándose a nuevas necesidades. Es esencial que los desarrolladores comprendan tanto sus ventajas como sus limitaciones para aplicar este enfoque de manera efectiva y aprovechar al máximo su potencial en el desarrollo de software.

- Definitivamente el 50% de los estudiantes menciona no entender el paradigma de la programación orientada a objetos.
- Además, se puede concluir que, en la fase de abstracción del paradigma orientado a objetos, más del 66% de los estudiantes no la entiende o les es difícil, seguida por el polimorfismo y el encapsulamiento con un 46.2 y la herencia con un 40%.
- Cabe aclarar que los profesores que imparten esta asignatura cuenta con el conocimiento y manejo del paradigma orientado a objetos.
- Al finalizar el semestre la gran mayoría de los estudiantes reprueban o no acreditan la materia recusan esta asignatura.
- Se recomienda que los docentes apoyen el curso de POO a través de estrategias didácticas tales como aprendizaje basado en proyectos, por ejemplo, desarrollar una aplicación para gestionar una biblioteca digital. La aplicación debe permitir registrar libros, organizar diferentes tipos de materiales (libros, revistas, periódicos) y realizar operaciones de préstamo y devolución. Durante el proceso, deberán aplicar los principios de polimorfismo y encapsulación lo cual permite al educando trabajar en actividades concretas y aplicar lo entendido en situaciones reales.
- Utilizar la actividad que involucren el juego, gamificación, en el aprendizaje cotidiano.

- Utilizar la descomposición de problemas complejos en segmentos de fácil manejo desarrolla habilidades de resolución de problemas.
- Apoyarse en la utilización de herramientas como diagrama de flujo, pseudocódigos, esto ayuda al desarrollo de habilidades de resolución de problemas.
- La utilización de enseñanza investida, aquí permite al estudiante leer primero antes de ver el tema con el profesor y durante la clase resolver problemas de manera práctica.

El utilizar estas estrategias didácticas combinadas permitirá que la enseñanza del paradigma orientada a objetos sea más efectiva y fácil de entender cada una de las fases de esta asignatura y resolver cualquier tipo de problema que se les presente durante su formación profesional.

Para dar continuidad a este artículo se propone una segunda fase de estudio de investigación, para indagar sobre las metodologías de enseñanzas en el área de la informática. Se entiende que la informática es un área muy general pero lo que nos interesaría específicamente sobre lenguajes de programación, base de datos, lenguaje de programación, redes, matemáticas, ingeniería de software, etc.

## REFERENCIAS

- [1] C. V. Bonilla (2024). Didáctica en Entornos Virtuales de Aprendizaje: rumbo a la transformación digital de la formación docente. *Revista Saberes Educativos*, 2024, no 12, p. 9.
- [2] S. L. Balón Romero. Estrategias psicopedagógicas para un niño de 10 años con dificultades en la lectoescritura. MS thesis. La Libertad, Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2024, 2024.
- [3] D. Verónica y S. E. Gutiérrez-Barreto, «El aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades cognitivas en la formación de los profesionales de la salud», *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, vol. 24, n.o 6, pp. 283-290, 2021.
- [4] T. Parreño, «El constructivismo, según bases teóricas de César Coll», *Revista andina de educación*, vol. 2, n.o 1, pp. 25-28, 2018.
- [5] A. Shirafuji et al., “Exploring the robustness of large language models for solving programming problems”, *arXiv [cs.CL]*, 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.14583> .
- [6] O. Allen, X. Downs, E. Varoy, A. Luxton-Reilly, y N. Giacaman, “Block-based object-oriented programming”, *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 15, núm. 4, pp. 439–453, 2022. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3190318> .
- [7] H. Hourani, H. Wasmi, y T. Alrawashdeh, “A code complexity model of object oriented programming (OOP)”, en *2019 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT)*, 2019. <https://doi.org/10.1109/JEEIT.2019.8717448>
- [8] J. Li, J. Chen, y A. Fong, “Una nueva arquitectura informática que respalde la programación orientada a objetos”, *International Review on Computers and Software*, vol. 8, pp. 174–179, 2013. <https://doi.org/10.15866/IRECOS.V8I1.2762>.
- [9] L. Wen-Fang, *Las características de la programación orientada a objetos en Java*. 2005.
- [10] P. Amahan y R. Sanqui, *Sintaxis a sintaxis: evaluación de la ortogonalidad en el diseño de lenguajes -de programación orientados a objetos utilizando el método de listado de código*. Actas de la 4.a Conferencia internacional sobre ingeniería de software y gestión de la. 2021. <https://doi.org/10.1145/3451471.3451480>.
- [11] J. López, y F. Ortin (2013). Soporte eficiente de herencia dinámica para lenguajes basados en clases y prototipos. *J. Syst. Softw.* , 86, 278-301. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.08.016>.



# PERCEPCIÓN DE LOS ALUMNOS SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LAS TUTORÍAS EN SU FORMACIÓN ACADÉMICA EN EDUCACIÓN SUPERIOR

Héctor Luis López López<sup>1</sup>, Ana Paulina Alfaro Rodríguez<sup>1</sup>, Víctor Manuel Martínez García<sup>2</sup>, Yennifer Díaz Romero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería y Tecnología de Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

El presente estudio analiza la percepción de los estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información (LISI) de la Facultad de Informática Mazatlán sobre la efectividad de las tutorías en su formación académica, a través de una metodología mixta que combina encuestas cuantitativas y entrevistas cualitativas, se evaluaron factores como la frecuencia de las sesiones, la relación tutor-estudiante y el enfoque metodológico, con el objetivo de identificar los elementos clave que determinan la efectividad percibida de las tutorías. Los resultados muestran que los alumnos que participan activamente en las tutorías y establecen una relación de confianza con su tutor reportan mejoras significativas en su rendimiento académico y desarrollo personal, mientras que aquellos con participación esporádica o sin una relación sólida perciben un menor impacto. Se identificó un vacío en el conocimiento relacionado con la falta de estudios centrados en la percepción estudiantil sobre las tutorías en programas de ingeniería, lo que representa una oportunidad para mejorar estos programas. La investigación concluye que, para optimizar los resultados de las tutorías, es necesario un enfoque personalizado y adaptado a las necesidades de cada alumno, así como un seguimiento constante por parte de los tutores. Se proponen recomendaciones para mejorar la implementación de las tutorías, con el fin de aumentar su efectividad y contribuir al éxito académico y personal de los estudiantes de LISI. Este estudio ofrece un aporte significativo al conocimiento sobre el papel de las tutorías en la educación superior, especialmente en disciplinas técnicas.

Palabras clave: Aprendizaje, desempeño, eficacia, metodología, percepción, tutorías.

## Abstract

The present study analyzes the perception of students from the Bachelor of Engineering in Information Systems (LISI) at the Faculty of Informatics Mazatlán regarding the effectiveness of tutoring in their academic development. Through a mixed methodology that combines quantitative surveys and qualitative interviews, factors such as session frequency, the tutor-student relationship, and the methodological approach were evaluated with the aim of identifying key elements that determine the perceived effectiveness of tutoring. The results show that students who actively participate in tutoring and establish a trusting relationship with their tutor report significant improvements in their academic performance and personal development, while those with sporadic participation or without a strong relationship perceive less impact. A knowledge gap related to the lack of studies focused on student perceptions of tutoring in engineering programs was identified, representing an opportunity to improve these programs. The research concludes that, to optimize tutoring outcomes, a personalized approach tailored to each student's needs, along with constant tutor monitoring, is necessary. Recommendations are proposed to enhance tutoring implementation in order to increase its effectiveness and contribute to the academic and personal success of LISI students. This study makes a significant contribution to understanding the role of tutoring in higher education, particularly in technical disciplines.

Keywords: Learning, performance, effectiveness, methodology, perception, tutoring.

## 1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la educación superior ha experimentado cambios significativos en cuanto a metodologías y herramientas pedagógicas, especialmente en las áreas técnicas como la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información (LISI). La creciente complejidad de los contenidos académicos, junto con la necesidad de desarrollar competencias integrales, ha generado la implementación de tutorías académicas como un medio para acompañar a los estudiantes en su proceso formativo, las tutorías no solo ofrecen un apoyo académico, sino que también buscan impactar en aspectos emocionales y motivacionales, esenciales para el éxito académico en disciplinas como la ingeniería de sistemas, donde la carga académica y la dificultad de las materias pueden representar grandes desafíos para los estudiantes [1].

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de analizar la percepción que tienen los alumnos de LISI de la Facultad de Informática Mazatlán sobre la efectividad de las tutorías en su formación académica. La importancia de esta investigación radica en que las tutorías han demostrado ser un pilar fundamental para la retención estudiantil, la mejora en el rendimiento académico y el apoyo personalizado en la resolución de dificultades académicas y personales. Estudios recientes han señalado que, en un contexto como el de la Educación Superior en México, las tutorías contribuyen significativamente al desarrollo integral de los estudiantes, ayudando a disminuir la deserción y aumentar la satisfacción con el proceso formativo [2] [3]. En el caso particular de la Facultad de Informática Mazatlán, las tutorías se presentan como un recurso necesario para atender la alta exigencia técnica que caracteriza los programas educativos ofertados en la Facultad.

A lo largo de los años, se ha desarrollado un conocimiento sólido acerca de los beneficios que obtienen los alumnos de las tutorías. En investigaciones previas, se ha demostrado que estas sesiones personalizadas pueden impactar positivamente en la autogestión del aprendizaje y en la capacidad de los estudiantes para superar obstáculos académicos. Diversos estudios realizados en instituciones mexicanas han concluido que las tutorías influyen de manera directa en el rendimiento académico y en el desarrollo de habilidades blandas que son esenciales para el éxito profesional [4]. Este apoyo integral abarca desde la orientación en tareas específicas hasta la creación de planes de estudio personalizados, adaptados a las necesidades individuales de cada uno de los alumnos.

No obstante, a pesar de los avances en el tema, aún existe incertidumbre en cuanto a la percepción de los estudiantes sobre la efectividad de estas tutorías en su formación, se han implementado estrategias de tutoría y no siempre se ha evaluado de manera sistemática cómo los alumnos perciben su impacto. Específicamente, en la Facultad de Informática Mazatlán, no existen suficientes estudios que aborden esta temática desde la perspectiva del estudiante, lo que genera una oportunidad para explorar esta área de investigación [5]. Se desconoce en qué medida factores como la frecuencia de las sesiones de tutoría, la relación entre tutor y estudiante, o el enfoque metodológico de las tutorías influyen en las percepciones estudiantiles, lo cual representa un vacío en el conocimiento que esta investigación busca subsanar.

La hipótesis que se plantea en este estudio es que los estudiantes que participan de manera activa y constante en las tutorías perciben un impacto más significativo en su rendimiento académico y en su formación integral en comparación con aquellos que asisten de manera esporádica o que no aprovechan al máximo este tipo de apoyo académico. Esto se debe a que la frecuencia de las interacciones y la calidad de la relación con el tutor juegan un papel crucial en la percepción de los beneficios de las tutorías. Por lo tanto, diversos autores han señalado que, cuando las tutorías son personalizadas y se adaptan a las necesidades específicas del estudiante, estas generan un impacto positivo tanto en el ámbito académico como en el desarrollo de habilidades emocionales y sociales [6].

Los objetivos de esta investigación son claros, delimitados y medibles. En primer lugar, se pretende identificar la percepción general de los alumnos de LISI sobre la efectividad de las tutorías en su formación académica. En segundo lugar, se busca evaluar los factores que influyen en esta percepción, tales como la frecuencia de las sesiones de tutoría, la relación entre el tutor y el estudiante, y el enfoque pedagógico utilizado durante las tutorías. Finalmente, el estudio tiene como objetivo proponer mejoras para optimizar los programas de tutorías existentes en la Facultad de Informática Mazatlán, basadas en los resultados obtenidos. Estos objetivos serán medibles a través de la recolección de datos tanto cuantitativos como cualitativos, lo que permitirá un análisis integral del fenómeno.

La estrategia metodológica adoptada para esta investigación es de tipo mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas para lograr una mayor comprensión del fenómeno estudiado. En una primera fase, se aplicarán encuestas a los estudiantes de LISI para recolectar datos cuantitativos sobre su percepción de las tutorías. Estas encuestas incluirán preguntas sobre la frecuencia de participación, la relación con el tutor, y los resultados percibidos en términos de rendimiento académico y desarrollo personal. En una segunda fase, se realizarán entrevistas semiestructuradas con una muestra de estudiantes seleccionados, con el fin de profundizar en aspectos cualitativos y obtener información detallada sobre sus experiencias personales con las tutorías. Este enfoque permitirá no solo cuantificar la efectividad percibida de las tutorías, sino también explorar las dinámicas subyacentes que influyen en dicha percepción.

Esta investigación tiene como finalidad aportar un conocimiento más profundo sobre la percepción que los estudiantes de LISI tienen respecto a las tutorías académicas en la Facultad de Informática Mazatlán. A través de un enfoque metodológico mixto, se busca generar recomendaciones que permitan mejorar y optimizar los programas de tutorías, para que estos contribuyan de manera más efectiva al desarrollo académico y personal de los futuros profesionales en ingeniería de sistemas.

## 2 METODOLOGÍA

Para abordar el tema de la percepción de los alumnos sobre la efectividad de las tutorías en su formación académica, en alumnos de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información (LISI), de la Facultad de Informática Mazatlán, se empleará un enfoque de investigación mixta. Esta combinación de métodos cualitativos y cuantitativos permitirá una comprensión integral y detallada del fenómeno estudiado, proporcionando datos estadísticos profundos sobre las experiencias y percepciones de los alumnos. La utilización de una metodología mixta en esta investigación permitirá una exploración exhaustiva de la percepción de los alumnos sobre la efectividad de las tutorías en su formación académica, donde este enfoque combinatorio no solo proporcionará datos cuantitativos robustos y generalizables, sino también cualitativos ricos y contextuales, facilitando una comprensión profunda y matizada de las experiencias y percepciones de los estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad de Informática Mazatlán.

El diseño de la investigación es no experimental y transversal, porque no se manipulan variables independientes, sino que se observan los fenómenos tal como ocurren en su contexto natural [7]. Al ser transversal, la investigación se realizará en un único momento en el tiempo, recolectando datos de una muestra de estudiantes en un punto específico para obtener sus percepciones sobre las tutorías. Este tipo de investigación es descriptiva, porque buscamos describir las características y opiniones de los estudiantes sobre la efectividad que perciben de las tutorías académicas recibidas. La modalidad de la investigación es una encuesta, utilizando un instrumento tipo test que incluye 9 preguntas tipo Likert y 5 preguntas de opción múltiple, este método nos permitirá recopilar una gran cantidad de datos de manera eficiente y sistemática [8].

Estas preguntas están diseñadas para medir el grado de acuerdo o desacuerdo de los estudiantes con respecto a diversas afirmaciones sobre las tutorías. Las respuestas se recogerán en una escala de 5 puntos: 1 (Totalmente en desacuerdo), 2 (En desacuerdo), 3 (Neutral), 4 (De acuerdo) y 5 (Totalmente de acuerdo). Específicamente, el cuestionario contiene tres preguntas abiertas, las cuales están diseñadas para aplicar el enfoque cualitativo de la investigación, y estas preguntas abiertas permiten a los estudiantes expresar sus opiniones, experiencias y sugerencias de manera libre y detallada, ofreciendo una riqueza de datos cualitativos que complementan los hallazgos cuantitativos. Las respuestas a estas preguntas abiertas serán transcritas y sometidas a un análisis temático, un método cualitativo que permite identificar patrones, temas y categorías emergentes en los datos textuales [9].

La plataforma ofrece herramientas integradas para el análisis preliminar de los datos y Google Forms genera automáticamente gráficos y resúmenes estadísticos básicos que proporcionan una visión inicial de las tendencias y patrones en las respuestas. Estos resultados preliminares son útiles para realizar una primera exploración de los datos antes de llevar a cabo análisis más detallados con software especializado. Al combinar los datos cuantitativos obtenidos de las preguntas cerradas con los datos cualitativos provenientes de las preguntas abiertas, esta investigación ofrecerá una visión integral y equilibrada,

facilitando el desarrollo de conclusiones robustas y recomendaciones informadas que pueden mejorar el servicio de tutorías en la Facultad de Informática Mazatlán.

Se ha definido como población objetivo a los estudiantes del programa educativo de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas de Información (LISI) del ciclo escolar 2024-2025, pertenecientes a la Facultad de Informática Mazatlán, la población total está compuesta según archivo de control escolar por 383 alumnos inscritos oficialmente, lo que proporciona un marco amplio y diverso para el estudio de la percepción sobre la efectividad de las tutorías en su formación académica. Para obtener una muestra representativa, se seleccionó un grupo de 115 alumnos de esta población, y la selección de la muestra se realizó mediante un muestreo probabilístico estratificado, asegurando que se incluyan estudiantes de diferentes turnos y años de estudio, reflejando así la diversidad de la población total. De los 115 alumnos encuestados, 79 pertenecen al turno matutino, lo que representa el 68.7% de la muestra, mientras que 36 alumnos son del turno vespertino, representando el 31.3%. Esta distribución permite comparar las percepciones de los estudiantes en función del turno en el que cursan sus estudios, lo cual puede ser relevante para identificar diferencias y necesidades específicas de cada grupo.

El género de los encuestados se desglosa de la siguiente manera:

- Masculino: 93 alumnos, representando el 80.9% de la muestra.
- Femenino: 19 alumnas, representando el 16.5% de la muestra.
- Otro: 3 alumnos, representando el 2.6% de la muestra.

Esta distribución de género refleja una mayor proporción de estudiantes masculinos, lo cual es consistente con las tendencias observadas en programas educativos de ingeniería y tecnología. Sin embargo, también se incluye la perspectiva de las estudiantes femeninas y de aquellos que se identifican con otro género, lo que enriquece la diversidad y la profundidad del análisis.

La muestra también se distribuye por año de estudio de la siguiente manera:

- 1er año: 64 alumnos, representando el 55.7% de la muestra.
- 2do año: 7 alumnos, representando el 6.1% de la muestra.
- 3er año: 21 alumnos, representando el 18.3% de la muestra.
- 4to año: 23 alumnos, representando el 20.0% de la muestra.

### 3 RESULTADOS

La Figura 1, muestra las respuestas de los estudiantes a la pregunta "¿Cómo clasificarías la efectividad de las tutorías en ayudarte a comprender los temas académicos en la Facultad de Informática Mazatlán?" utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 representa "nada efectivas" y 5 "muy efectivas". A continuación, se interpreta la distribución de las respuestas obtenidas:

- Opción 1 (Nada efectivas): el 13% de los estudiantes consideran que las tutorías son "nada efectivas" en ayudarlos a comprender los temas académicos. Esta proporción indica que un segmento significativo de los alumnos no encuentra valor en las sesiones de tutoría para mejorar su entendimiento académico.
- Opción 2: el 13% de los encuestados clasifica la efectividad de las tutorías con una puntuación de 2 en la escala. Estos estudiantes también tienen una percepción negativa, aunque no tan extrema, sobre la utilidad de las tutorías.
- Opción 3: la mayor parte de los estudiantes, un 40.9%, considera que las tutorías son medianamente efectivas (opción 3). Esto sugiere que, aunque las tutorías ofrecen algún beneficio, hay un margen considerable para mejorar su efectividad y hacerlas más útiles para los estudiantes.
- Opción 4: con un 16.5% de los alumnos evalúan las tutorías con una puntuación de 4, lo que indica que estos estudiantes encuentran las tutorías bastante efectivas. Este grupo aprecia el valor de las tutorías en su comprensión de los temas académicos, aunque no las consideran óptimamente efectivas.

- Opción 5 (Muy efectivas): el 16.5% de los encuestados consideran que las tutorías son "muy efectivas" (opción 5). Este porcentaje representa a los estudiantes que perciben un alto impacto positivo de las tutorías en su comprensión académica.

La distribución de las respuestas muestra una tendencia hacia una percepción moderada de la efectividad de las tutorías. La opción 3, con el 40.9% de las respuestas, indica que la mayoría de los estudiantes encuentran que las tutorías son medianamente útiles. Sin embargo, el hecho de que un total combinado de 26% de los estudiantes (sumando las opciones 1 y 2) considere que las tutorías son poco o nada efectivas, señala áreas de mejora importantes. Por otro lado, el 33% de los estudiantes que clasifican las tutorías como bastante o muy efectivas (opciones 4 y 5) muestra que existe una apreciación significativa del valor de las tutorías entre una parte considerable de la población estudiantil.

En la escala del 1 al 5 ¿Cómo clasificarías la efectividad de las tutorías en ayudarte a comprender los temas académicos en la facultad de informática Mazatlán?

115 respuestas

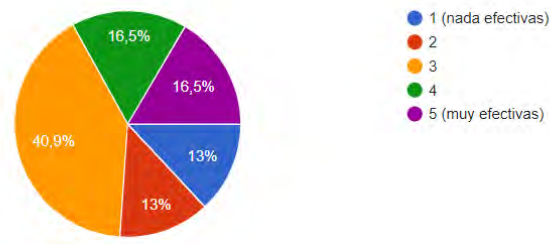


Figura 1. Efectividad de las tutorías en temas académicos.

En respuesta a la Figura 2, "¿Qué tipo de tutorías has encontrado más útiles en tu formación académica en la Facultad de Informática Mazatlán?", los resultados muestran una clara preferencia por las tutorías grupales, con el 45.2% de los estudiantes optando por esta opción. Este dato sugiere que las tutorías grupales son percibidas como las más beneficiosas para la mayoría de los alumnos, posiblemente debido a la interacción y el intercambio de ideas entre compañeros, que pueden enriquecer la comprensión de los temas académicos.

El hecho de que el 29.6% de los estudiantes comenten no haber participado en tutorías es un punto importante a considerar ya que esta cifra tan significativa podría indicar varios problemas, como la falta de información sobre la disponibilidad de las tutorías, la incompatibilidad de horarios, o una percepción de que las tutorías no son necesarias o útiles. Por otro lado, el 22.6% de los estudiantes ha encontrado las tutorías individuales más útiles. Esto indica que una porción de los estudiantes valora la atención personalizada y el enfoque individual que estas sesiones pueden ofrecer, ya que les permite a los estudiantes abordar sus dudas y dificultades específicas en un entorno más enfocado y personalizado, lo que puede ser especialmente beneficioso para aquellos que necesitan una orientación más detallada.

Finalmente, solo el 2.6% de los encuestados considera que las tutorías en línea son las más útiles, y poder ser al creciente papel de las tecnologías digitales en la educación, es importante explorar cómo se pueden mejorar las tutorías en línea para hacerlas más efectivas y atractivas para los estudiantes.

¿Qué tipo de tutorías has encontrado mas útiles en tu formación académica en la facultad de informática Mazatlán?  
 115 respuestas

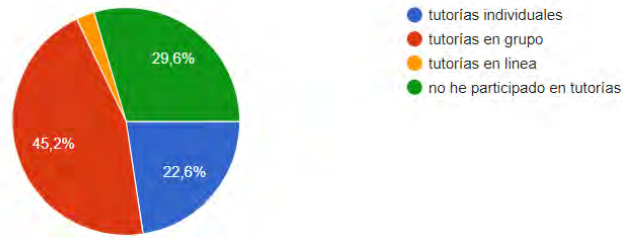


Figura 2. Tipo de tutorías más útiles en tu formación académica.

En la Figura 3, con la pregunta "¿Crees que las tutorías han mejorado tu desempeño académico en la Facultad de Informática Mazatlán?" los resultados revelan diversas percepciones entre los estudiantes, con un 14.8% de los encuestados considera que las tutorías han mejorado su desempeño académico de manera significativa.

El 48.7% de los estudiantes opina que las tutorías han mejorado su desempeño "en cierta medida". Esta mayoría relativa sugiere que, aunque las tutorías son útiles, su efecto no es tan profundo como podría ser. Los estudiantes en este grupo probablemente ven las tutorías como un apoyo beneficioso, pero no indispensable.

Un 17.4% de los encuestados indican "no mucho" han mejorado su desempeño académico, este grupo puede haber encontrado las tutorías útiles en algunos aspectos, pero no las considera un factor clave en su rendimiento académico. Este resultado destaca áreas potenciales de mejora en el diseño y la implementación de las tutorías.

Finalmente, un 19.1% de los estudiantes responde que las tutorías "no en absoluto" han mejorado su desempeño. Esta significativa minoría señala una insatisfacción o desconexión con el programa de tutorías, lo que sugiere que las tutorías actuales no están cumpliendo con las expectativas o necesidades de todos los estudiantes.

¿crees que las tutorías han mejorado tu desempeño académico en la facultad de informática Mazatlán?  
 115 respuestas

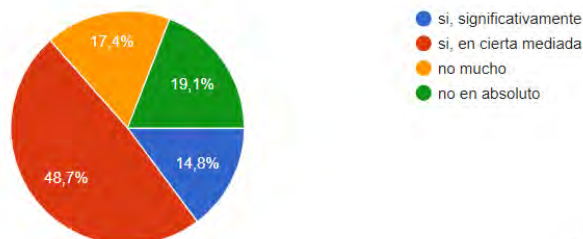


Figura 3. Las tutorías han mejorado tu desempeño académico.

En la interpretación de los datos de la figura 4, a pregunta "¿Las tutorías han contribuido a aclarar tus dudas y confusiones sobre los temas estudiados en la Facultad de Informática Mazatlán?" Los resultados muestran una variedad de opiniones entre los encuestados:

Un 15.7% de los estudiantes indica que las tutorías han contribuido "en gran medida" a aclarar sus dudas y confusiones, este grupo valora altamente la efectividad de las tutorías para proporcionar claridad y comprensión adicional sobre los temas estudiados.

Por otro lado, el 54.8% de los encuestados responde que las tutorías han contribuido "en cierta medida" a aclarar sus dudas y confusiones, aunque este grupo reconoce algún nivel de beneficio de las tutorías, no consideran que hayan sido completamente efectivas para resolver todas sus inquietudes académicas.

El 10.4% de los estudiantes indica que las tutorías han contribuido "no mucho" a aclarar sus dudas y confusiones y perciben que las tutorías tienen un impacto limitado en la resolución de sus inquietudes académicas, lo que puede indicar deficiencias en la calidad o el enfoque de las sesiones de tutoría.

Finalmente, un 19.1% de los encuestados responde que las tutorías no han contribuido "en absoluto" a aclarar sus dudas y confusiones, esta minoría significativa señala una desconexión o insatisfacción con el programa de tutorías, indicando que las tutorías actuales no están cumpliendo con su propósito de proporcionar apoyo y claridad académica.

¿las tutorías han contribuido a aclarar tus dudas y confusiones sobre los temas estudiados en la facultad de informática Mazatlán?

115 respuestas

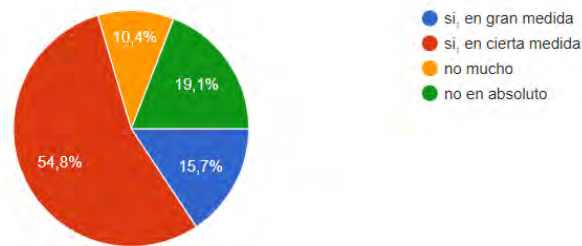


Figura 4. Las tutorías contribuyen a aclarar dudas en temas específicos.

En la Figura 5, a pregunta "¿recomendarías a otros estudiantes de la Facultad de Informática Mazatlán participar en las tutorías?" ofrece una visión sobre la disposición de los estudiantes a promover y compartir su experiencia con las tutorías.

Un 42.6% de los estudiantes indica que recomendaría participar en las tutorías "definitivamente", esto expresa una fuerte confianza en la utilidad y beneficio de las tutorías para mejorar la comprensión y el rendimiento académico.

Por otro lado, el 51.3% de los encuestados comenta que recomendaría participar en las tutorías "tal vez, depende del estudiante", este grupo muestra una posición más matizada, reconociendo que la efectividad de las tutorías puede variar según las necesidades y preferencias individuales de cada estudiante.

El 6.1% de los estudiantes indica que no recomendaría participar en las tutorías y no considera que las tutorías sean beneficiosas o útiles para mejorar la comprensión académica. Sus razones para no recomendar las tutorías pueden variar, desde experiencias negativas hasta percepciones sobre la falta de utilidad de las sesiones de tutoría.

¿recomendarías a otros estudiantes de la facultad de informática Mazatlán participar en las tutorías?

115 respuestas

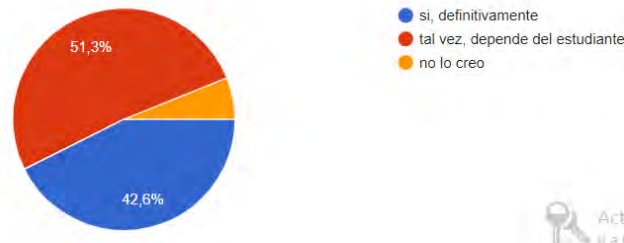


Figura 5. Recomendarías tutorías en la Facultad

## 4 CONCLUSIONES

La investigación sobre la percepción de los estudiantes sobre la efectividad de las tutorías en la Facultad de Informática Mazatlán ha arrojado varias conclusiones significativas que pueden orientar futuras acciones y mejoras en el programa de tutorías:

En primer lugar, se observa que las tutorías grupales son ampliamente valoradas por los estudiantes, con un 45.2% de ellos indicando que encuentran este tipo de tutorías más útiles en su formación académica. Esto sugiere que existe un valor significativo en fomentar la interacción entre compañeros y el trabajo colaborativo como parte de las estrategias de tutoría.

Sin embargo, también es crucial tener en cuenta que un porcentaje considerable de estudiantes (29.6%) indicaron que no han participado en tutorías. Esta situación resalta la necesidad de mejorar la difusión y accesibilidad del programa de tutorías para garantizar que todos los estudiantes puedan beneficiarse de él.

En cuanto al impacto de las tutorías en el desempeño académico, la mayoría de los estudiantes (63.5%) reconoce algún nivel de beneficio, ya sea significativo o moderado. Sin embargo, el 36.5% restante no percibe un impacto significativo o no encuentra valor en las tutorías. Esto subraya la importancia de evaluar y ajustar continuamente el programa de tutorías para satisfacer las necesidades y expectativas de todos los estudiantes.

Además, al analizar si las tutorías han contribuido a aclarar las dudas y confusiones sobre los temas estudiados, se observa que aunque una parte significativa de los estudiantes (70.5%) reconoce algún nivel de contribución por parte de las tutorías, aún hay un porcentaje considerable (29.5%) que no percibe un beneficio significativo. Esto destaca la importancia de mejorar la calidad y la efectividad de las sesiones de tutoría para garantizar que puedan abordar adecuadamente las necesidades y preocupaciones de los estudiantes.

Por último, en cuanto a la recomendación de participar en tutorías, mientras que la mayoría de los estudiantes (42.6%) indicó que recomendaría participar en ellas definitivamente, un porcentaje significativo (51.3%) expresó una posición más matizada, dependiendo del estudiante. Esto sugiere que si bien las tutorías pueden ser beneficiosas para algunos, pueden no ser la mejor opción para otros, lo que resalta la importancia de ofrecer una variedad de opciones y enfoques dentro del programa de tutorías.

Esta investigación proporciona información valiosa sobre la percepción de los estudiantes sobre las tutorías en la Facultad de Informática Mazatlán. Si bien hay aspectos positivos que destacar, como la valoración de las tutorías grupales y su impacto percibido en el desempeño académico, también hay áreas de mejora identificadas, como la participación estudiantil, la calidad de las sesiones de tutoría y la efectividad general del programa. Estas conclusiones pueden servir como base para futuras intervenciones y mejoras destinadas a optimizar el programa de tutorías y garantizar que cumpla con su objetivo de apoyar el aprendizaje y el éxito académico de todos los estudiantes.

### 4.1 Recomendaciones

Estas recomendaciones tienen como objetivo mejorar la efectividad y el impacto del programa de tutorías en la Facultad de Informática Mazatlán, garantizando que pueda satisfacer las necesidades y expectativas de todos los estudiantes y contribuir de manera significativa a su éxito académico y personal.

- *Mejorar la difusión y accesibilidad del programa de tutorías:* es fundamental implementar estrategias efectivas de comunicación para promover la participación de los estudiantes en las tutorías. Esto puede incluir la creación de campañas de sensibilización, el uso de múltiples canales de comunicación y la colaboración con profesores y líderes estudiantiles para difundir información sobre las tutorías y sus beneficios.
- *Diversificar y personalizar las opciones de tutoría:* reconociendo que los estudiantes tienen diferentes estilos de aprendizaje y necesidades individuales, se recomienda ofrecer una variedad de opciones de tutoría, que incluyan sesiones grupales, individuales, en línea y otras modalidades según sea necesario. Esto permitirá a los estudiantes elegir la opción que mejor se adapte a sus preferencias y circunstancias personales.



- *Mejorar la calidad y efectividad de las sesiones de tutoría:* es importante asegurar que las sesiones de tutoría sean efectivas y de alta calidad. Esto puede implicar la capacitación continua de los tutores en técnicas de enseñanza y tutoría, el desarrollo de recursos y materiales de apoyo, y la implementación de sistemas de retroalimentación para evaluar y mejorar la experiencia de los estudiantes en las tutorías.
- *Promover la interacción y colaboración entre compañeros:* dado que las tutorías grupales son valoradas por muchos estudiantes, se recomienda fomentar la interacción y colaboración entre compañeros durante las sesiones de tutoría. Esto puede incluir actividades grupales, discusiones guiadas y proyectos colaborativos que fomenten el intercambio de ideas y el aprendizaje entre pares.
- *Evaluar regularmente el programa de tutorías y recopilar comentarios de los estudiantes:* es fundamental realizar evaluaciones periódicas del programa de tutorías para identificar áreas de mejora y recopilar comentarios de los estudiantes sobre su experiencia. Esto puede incluir encuestas regulares, grupos focales y entrevistas individuales con los estudiantes para obtener información detallada sobre lo que funciona bien y lo que se puede mejorar en el programa de tutorías.
- *Flexibilidad y adaptabilidad del programa de tutorías:* dada la diversidad de necesidades y circunstancias de los estudiantes, se recomienda que el programa de tutorías sea flexible y adaptable para poder satisfacer las necesidades cambiantes de los estudiantes. Esto puede implicar ajustar los horarios de las sesiones de tutoría, ofrecer opciones en línea y presenciales, y proporcionar apoyo adicional a los estudiantes que lo necesiten.

## REFERENCIAS

- [1] E. Salgado y MEG Salinas, “Educación emocional como pilar de la tutoría efectiva en la Educación Media Superior”, *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, vol. 15, págs. 285–310, 2024.
- [2] SLG Pérez, “El papel de la tutoría en la formación integral del universitario”, *Tiempo de educar*, vol. 11, págs. 31 a 56, 2010.
- [3] RI García, O. Cuevas, JJ Vales, y I. Cruz, “Impacto del Programa de Tutoría en el desempeño académico de los alumnos del Instituto Tecnológico de Sonora”, *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 14, núm. 1, págs. 106-121, 2012.
- [4] GNT Matiag y JFO Mogrovejo, “Estudio comparativo del programa de tutorías dentro de una institución de educación superior privada frente a una pública”, *Revista Social Fronteriza*, vol. 4, núm. 5, págs. e45400–e45400, 2024.
- [5] QE Quispe, “Efectividad de un programa tutorial en la autorregulación del comportamiento de los alumnos de educación secundaria de un colegio privado confesional”, *Apuntes Universitarios. Revista de Investigación*, vol. 7, núm. 2, págs. 1 a 11, 2017.
- [6] RIG López, OC Salazar, JJV García, y IRC Medina, “Impacto de la tutoría presencial y virtual en el desempeño académico de alumnos universitarios”, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 58, núm. 2, págs. 1 a 11, 2012.
- [7] R. Hernández, C. Fernández, P. Baptista, SA Interamericana Editores, y M. De Cv, “Metodología de la investigación (:) Mc Graw Hill Education”, vol. 6, págs. 1–634, 2014.
- [8] Á. G. Canto De Gante, W. E. Sosa González, J. Bautista Ortega, J. Escobar Castillo, y A. Santillán Fernández, “Escala de Likert: Una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social”, *Revista de la alta tecnología y sociedad*, vol. 12, núm. 1, 2020.
- [9] D. D. Herrera, *Investigación cualitativa y análisis de contenido temático. Orientación intelectual de revista Universum. Revista general de información y documentación*, 28(1), 119, 2018.

# PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES SOBRE EL USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL NIVEL SUPERIOR

Asia Cecilia Carrasco Valenzuela<sup>1</sup>, Víctor Manuel Martínez García<sup>1</sup>, Jesús Alejandro Vázquez Meza<sup>1</sup>, Yennifer Díaz Romero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)

## Resumen

El objetivo del estudio fue analizar la percepción de los estudiantes de licenciatura en Educación de la Universidad Autónoma de Sinaloa sobre el uso de la inteligencia artificial utilizando chatbots en sus dispositivos móviles para recibir asistencia en sus estudios, resolver dudas y acceder a recursos educativos. La investigación es de carácter descriptivo con enfoque cualitativo. La muestra estuvo conformada por 47 estudiantes. El instrumento empleado fue la encuesta con un total de 12 reactivos de tipo Likert. Los resultados muestran que los estudiantes consideran que el aprendizaje con el apoyo de la inteligencia artificial es más interesante y ayuda a mejorar la comprensión y su rendimiento académico además de facilitar la búsqueda de información, por lo que opinan que los docentes deben permitir el uso de esta tecnología en el aula. Se concluye que es necesario integrar en el proceso de aprendizaje herramientas interactivas como la inteligencia artificial y chatbots, que permitan a los estudiantes adquirir un aprendizaje más significativo.

Palabras clave: Chatbot, educación, inteligencia artificial, recursos educativos.

## Abstract

The aim of the study was to analyze the perception of undergraduate students in Education about the use of artificial intelligence using chatbots on their mobile devices to receive assistance in their studies, resolve doubts and access educational resources. The research is descriptive with a qualitative approach. The sample consisted of 47 students. The instrument used was the survey with a total of 12 Likert items. The results show that students consider that learning with the support of artificial intelligence is more interesting and helps to improve comprehension and their academic performance as well as facilitating the search for information, so they believe that teachers should allow the use of this technology in the classroom. It is concluded that it is necessary to integrate interactive tools such as artificial intelligence and chatbots into the learning process, which allow students to acquire more meaningful learning.

Keywords: Artificial intelligence, chatbot, education, educational resources.

## 1 INTRODUCCIÓN

La tecnología ha penetrado en todos los aspectos de nuestra vida diaria y el uso constante de dispositivos móviles y redes sociales se ha vuelto indispensable en nuestra rutina. A través de estos dispositivos, se puede utilizar chatbot de Inteligencia Artificial (IA) como una herramienta interactiva para los estudiantes. El uso de la tecnología y en especial la Inteligencia Artificial abre la posibilidad de una educación más eficiente, personalizada y accesible.

La Inteligencia Artificial (IA) ha irrumpido en el ámbito educativo, ofreciendo soluciones innovadoras que están transformando la forma en que se enseña y se aprende. Con su capacidad de análisis de datos, personalización del contenido educativo y automatización de tareas, la IA está revolucionando la educación, brindando oportunidades para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y optimiza la labor de los educadores. La inteligencia artificial a adquirido una creciente relevancia en el contexto de la educación superior, siendo el uso de chatbots una de las aplicaciones más prometedoras en este caso [1], [2], [3].

Los chatbots, sistemas de conversación automatizados, Han demostrado tener el potencial de mejorar la experiencia de los estudiantes al ofrecer un apoyo personalizado y efectivo en el aprendizaje de los estudiantes [1]. La implementación de los chatbots en el entorno educativo se ha vuelto popular debido a su capacidad para desempeñar distintos roles. Se clasifican en tres roles principales: el del docente, que busca enseñar; el del alumno, orientado hacia el aprendizaje y el del acompañante, que actúan como un guía académico [4].

## 1.1 Inteligencia artificial en la educación

En la actualidad, se están investigando diferentes usos de la inteligencia artificial en la educación, como adaptar el aprendizaje a cada estudiante, la evaluación automática, el tutor inteligente y la identificación temprana de dificultades de aprendizaje [5] [6]. Al analizar como la inteligencia artificial está transformando la educación, se identifican dos grandes beneficios: un aprendizaje más personalizado para cada estudiante y una mayor eficiencia para los docentes. La IA puede automatizar tareas repetitivas, permitiendo a los profesores dedicar más tiempo a actividades de mayor valor, como la interacción con los estudiantes. Por otro lado, los estudiantes pueden beneficiarse de un aprendizaje adaptado a sus necesidades individuales, recibiendo retroalimentación instantánea y apoyo personalizado a través de herramientas basadas en IA [7].

La inteligencia artificial ha dado lugar a una proliferación de herramientas capaces de generar texto, como chatGPT [8] [9], además de imágenes y videos como Gemini [10] entre otros. La inteligencia artificial o IA, es una disciplina científica que tiene como objetivo desarrollar sistemas informáticos que puedan simular las capacidades cognitivas humanas. Esto implica crear máquinas capaces de realizar tareas que requieren inteligencia, como razonar, aprender y resolver problemas, de manera similar a como lo haría una persona [11].

La inteligencia artificial está transformando la educación al permitir que los Chatbots respondan preguntas frecuentes de los estudiantes de manera rápida y eficiente. Además, se están desarrollando proyectos basados en inteligencia artificial que prometen revolucionar tanto la enseñanza como el proceso de aprendizaje. Para lograrlo, es necesario identificar herramientas tecnológicas que hagan más eficiente los procesos y las gestiones realizadas por los docentes [12].

### 1.1.1 Inteligencia artificial generativa

La inteligencia artificial generativa se centra en desarrollar sistemas capaces de crear nuevos contenidos, como imágenes, música, textos y otros tipos de datos. Esta área de la inteligencia artificial está transformando todos los sectores, ya que la IA aprende y genera nuevas ideas y productos basados en los patrones de los datos de entrenamiento, produciendo nuevos datos a partir de estos patrones, una capacidad que antes solo se atribuía a los seres humanos [13].

La inteligencia artificial generativa (GAI) está transformando rápidamente la forma en que interactuamos con la tecnología. Con su capacidad para generar contenido creativo y diverso, la GAI Está siendo integrada en herramientas cotidianas como procesadores de texto y software. A medida que esta tecnología se vuelve más sofisticada, podemos esperar ver un aumento significativo en su uso, ya que permite a los usuarios realizar tareas de manera eficiente y creativa. La GAI aprovecha modelos de aprendizaje profundo para producir resultados sorprendentemente similares a los creados por humanos, incluso en respuesta a solicitudes complejas y variadas [14].

De igual manera, la inteligencia artificial generativa puede servir como apoyo para los estudiantes al momento de redactar ensayos y otros textos, contribuyendo a perfeccionar aspectos como la gramática, ortografía y estilo de escritura. Además, puede ser útil para estimular la generación de ideas en la composición de ensayos. Esta tecnología también tiene la capacidad de adaptar el proceso de aprendizaje según las necesidades y destrezas individuales de cada estudiante [15]. Uno de los recursos cada vez más comunes en entornos educativos son los chatbots, herramientas utilizadas con mayor frecuencia en aulas donde los estudiantes emplean celulares para participar activamente. Estos asistentes virtuales simplifican la comprensión de materias como comprensión lectora, metodología, matemáticas, etc.

La evaluación académica se ve desafiada por el surgimiento de la IA generativa, lo que ha generado preocupaciones entre los docentes sobre cómo garantizar la autenticidad de los trabajos de los estudiantes

[16]. Si bien la inteligencia artificial generativa ha demostrado ser una herramienta poderosa para generar texto, es importante reconocer sus limitaciones. Modelos como chatGPT, a pesar de su sofisticación, pueden proporcionar información errónea o desactualizada debido a la naturaleza de sus datos de entrenamiento. Además, sus respuestas pueden carecer de profundidad y originalidad, lo que plantea desafíos en entornos académicos [14].

Estudios recientes han demostrado que los trabajos generados por IA pueden no cumplir con los estándares académicos y pueden ser detectados por herramientas de detección de plagio. En consecuencia, es fundamental que los usuarios de IA Generativa sean conscientes de estas limitaciones y verifiquen la información obtenida a través de otras fuentes. Si bien la IA Generativa puede ser una herramienta útil, no debe utilizarse como sustituto de la investigación y el pensamiento crítico [17].

### 1.1.2 Uso de chatbots en el proceso de enseñanza- aprendizaje

Un chatbot es una herramienta de interacción, ya sea por texto o voz, que puede mantener una conversación completa con una persona. Estos sistemas se nutren de datos y están diseñados para procesar información previamente proporcionada. Los chatbots conversacionales basados en inteligencia artificial tienen la capacidad de entablar diálogos altamente personalizados con usuarios de diversos canales, como páginas web, dispositivos móviles, aplicaciones de mensajería y voz. Estos agentes digitales tienen la capacidad de analizar grandes cantidades de documentos y proporcionar información precisa de manera instantánea [18].

El objetivo principal de este artículo es analizar el uso de la IA y percepción de los estudiantes de educación superior. Los estudiantes utilizaron sus dispositivos móviles con IA para recibir asistencia en sus estudios, resolver dudas y acceder a recursos educativos.

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Sujetos

La presente investigación es de carácter descriptivo, con enfoque cualitativo. En el estudio participaron 47 estudiantes de Licenciatura en Educación de la Universidad Autónoma de Sinaloa, de los cuales 33 estudiantes eran de la modalidad escolarizada y 14 de la semiescolarizada, con edades entre los 19 a 45 años (Tabla 1).

Tabla 1. Estudiantes de modalidad escolarizada y semiescolarizada.

	Mujeres		Hombres		Total
	f	%	f	%	
Escolarizada	29	87.9	4	12.1	33
Semiescolarizada	7	50.0	7	50.0	14
	36		11		47

### 2.2 Variables e instrumentos

El instrumento empleado para la investigación han sido la encuesta. La encuesta dispone de un total de 12 reactivos de tipo Likert con opciones: 1 completamente en desacuerdo, 2 desacuerdo, 3 de acuerdo y 4 completamente de acuerdo y 3 preguntas abiertas.

## 3 RESULTADOS

En esta sección se muestra y se examinan las respuestas obtenidas con la encuesta la cual es de tipo Likert. En la Tabla 1 se aprecian los porcentajes de los resultados de las afirmaciones dadas. A la afirmación, *la inteligencia artificial ayuda a los estudiantes a adquirir una mejor comprensión y retención*, el

41.8 % estuvieron completamente de acuerdo, el 47.3% estuvieron de acuerdo, el 7.3% estuvieron en desacuerdo y el 3.6% estuvieron completamente en desacuerdo. A la afirmación *el uso de la inteligencia artificial para el aprendizaje es un recurso recomendable*, el 34.5% estuvieron completamente de acuerdo, el 50.9% estuvieron de acuerdo, el 12.7% estuvieron en desacuerdo y el 1.8% estuvieron completamente en desacuerdo. A la afirmación *el uso de la IA es sencillo y claro*, el 34.5% estuvieron completamente de acuerdo, el 41.9% estuvieron de acuerdo, el 14.5% estuvieron en desacuerdo y el 1.8% estuvieron completamente en desacuerdo. A la afirmación *la inteligencia artificial hace el aprendizaje más interesante*, el 36.4% estuvieron completamente de acuerdo, el 52.7% estuvieron de acuerdo, el 9.1% estuvieron en desacuerdo y el 1.8% estuvieron completamente en desacuerdo. De lo anterior se observa que los estudiantes tienen una percepción positiva del uso de la inteligencia artificial para el proceso de aprendizaje, consideran que es un recurso recomendable ya que les ayuda a comprender mejor algunos temas de manera más interesante.

*Tabla 2. Afirmaciones acerca del uso de la inteligencia artificial como recurso para el aprendizaje.*

	1	2	3	4
La IA ayuda a los estudiantes a adquirir una mejor comprensión y retención	3.6	7.3	47.3	41.8
El uso de la IA para el aprendizaje es un recurso recomendable	1.8	12.7	50.9	34.5
El uso de la IA es sencillo y claro	1.8	14.5	49.1	34.5
La inteligencia artificial hace el aprendizaje más interesante	1.8	9.1	52.7	36.4
Consideras la IA como tu tutor virtual	9.1	38.2	40.0	12.7
La integración de la IA con otros enfoques de aprendizaje es importante	0.0	7.3	67.3	25.5
La IA ha mejorado tu motivación para aprender	5.5	21.8	41.8	30.9
Consideras que deberíamos incluir la IA en el plan de estudios regular	7.3	18.2	41.8	32.7
Tu rendimiento académico ha mejorado con el uso de la IA	1.8	21.8	54.5	21.8
El uso de la IA facilita la búsqueda de información	0.0	5.5	40.0	54.5

Al enunciado *consideras la inteligencia artificial como tu tutor virtual*, el 12.7% estuvieron completamente de acuerdo, el 40% estuvieron de acuerdo, el 38.2% estuvieron en desacuerdo y el 9.1% estuvieron completamente en desacuerdo. Con respecto a lo anterior una gran parte de los estudiantes expresaron no estar de acuerdo que la inteligencia artificial sea considerada como tutor virtual, por lo que consideran que la actividad presencial donde se efectúa la interacción estudiante-profesor en el proceso enseñanza-aprendizaje es esencial.

Los resultados muestran que el mayor porcentaje de percepción positiva se dio en la afirmación *la integración de la inteligencia artificial con otros enfoques de aprendizaje es importante*, con un 67.3% en de acuerdo, con respecto a lo anterior se confirma que la combinación de la enseñanza en el aula con apoyo de la tecnología dentro y fuera del aula es importante. Para las afirmaciones *la inteligencia artificial ha mejorado tu motivación para aprender* y *consideras que deberíamos incluir la inteligencia artificial en el plan de estudios regular*, se obtuvo un 41.8% de acuerdo para ambas, mientras que para la afirmación *tu rendimiento académico ha mejorado con el uso de la inteligencia artificial*, fue un 54.5% de acuerdo, por lo que los estudiantes consideran que al comprender mejor las cosas, retienen y aprendiendo más información y expresan que se ve reflejo en sus calificaciones.

El mayor porcentaje que se observa en totalmente de acuerdo con un 54.5% es para la afirmación *el uso de la inteligencia artificial facilita la búsqueda de información*. Lo anterior indica que la inteligencia artificial es un gran recurso para la búsqueda de información rápida, clara y precisa.

Con respecto a las afirmaciones *me gustaría utilizar la inteligencia artificial como herramienta para el estudio* y *la inteligencia artificial ha mejorado tu retención y comprensión*, el 56.4% y 50.9% estuvieron de acuerdo, respectivamente. Una representación gráfica de estas afirmaciones se muestran en la Figura 1 y 2.

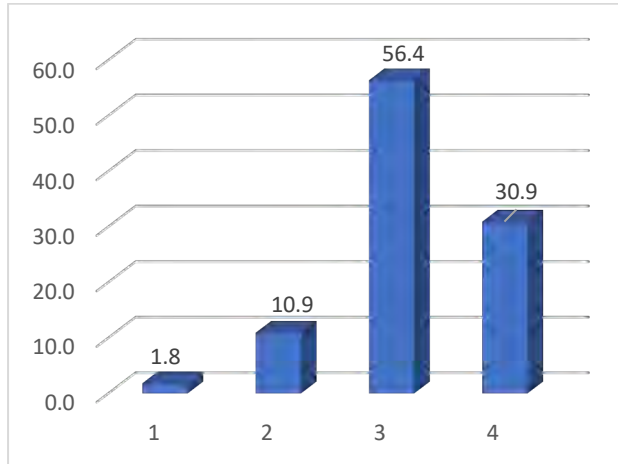


Figura 1. Me gustaría utilizar la IA como herramienta para el estudio.

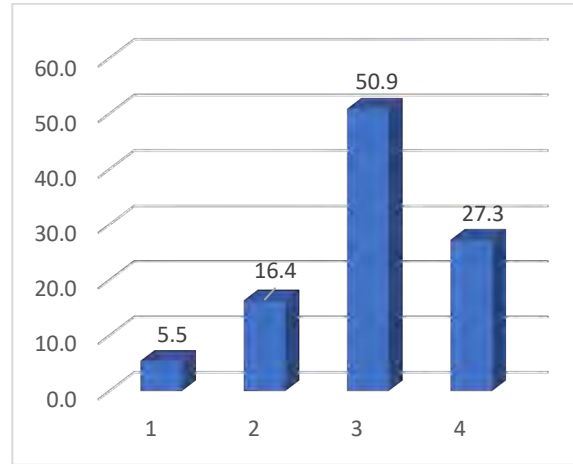


Figura 2. La IA ha mejorado tu retención y comprensión.

Con respecto a las preguntas abiertas, se tomaron 5 respuestas más significativas de los estudiantes de Licenciatura en Educación. La primera pregunta era ¿Cómo crees que la inteligencia artificial podría cambiar la manera en que aprendemos en el futuro?

*“Creo que la IA nos va a cambiar la vida. Ya estamos tan conectados que la enseñanza en un futuro será solamente de manera virtual”* [E4]

*“ Me da un poco de miedo, pero debemos adaptarnos a los avances”* [E7]

*“Yo creo que la IA puede ser una herramienta super útil, pero no va a reemplazar a los profesores. Sería como tener una secretaria personal que te ayude a estudiar y a resolver dudas”* [E13]

*“La IA podría hacer que el aprendizaje sea más personalizado. Cada uno podría aprender a su propio ritmo y de la manera que más le guste”* [E24]

*“Para que suceda esto considero que todos los estudiantes deberían de contar con un internet accesible y a bajo costo y tener la tecnología necesaria”* [E37]

La pregunta 2: ¿Qué ventajas y desventajas ves en el uso de la inteligencia artificial en la educación? A lo que los estudiantes contestaron:

*“lo bueno es que con la IA podríamos aprender a nuestro propio ritmo y tener un profe virtual disponible todos los días. Pero por otro lado, depender tanto de las máquinas puede traer diferentes consecuencias, me refiero a la salud”* [E5]

*“La IA podría hacer que el aprendizaje fuera más divertido, con juegos y simulaciones. Pero también podría generar desigualdades, porque no todos tienen acceso a la misma tecnología”* [E11]

*“creo que la IA podría ayudar a los profesores para las evaluaciones y su trabajo en general. Pero hay que tener cuidado de no caer en la tentación de usarla para todo sin revisar y analizar lo que nos proporciona la inteligencia artificial”* [E20]

“La IA podría ser una herramienta muy útil para investigar y encontrar información para ensayos y tareas, pero también podría generar tareas erróneas si no confirmamos la información” [E27]

“lo más importante es que la IA sea una herramienta al servicio de todos y en particular de los estudiantes. Debemos asegurarnos como dice la maestra de utilizarla de forma responsable” [E39]

Con respecto a la pregunta 3: si pudieras diseñar una herramienta de inteligencia artificial para ayudarte en tus estudios qué características tendría?

“Me gustaría tener un chatbot que me explicara cualquier duda que tuviera, también que me ayudara a organizar y recordar mis tareas” [E8]

“haría una app que me permitiera hacer simulaciones y experimentos virtuales. Así podría aprender de forma más práctica y divertida” [E19]

“me gustaría una herramienta que me ayudara a mejorar en las materias que se me dificultan más” [E33]

“creo que una herramienta de IA podría ser muy útil si supiera que se me dificulta y me diera una enseñanza adaptada a mí” [E39]

“me gustaría una herramienta que calificara el trabajo de cada estudiante en un equipo y encontrar información de manera rápida y entendible” [E40]

#### 4 CONCLUSIONES

Basados en los resultados presentados, podemos concluir con los estudiantes de educación superior tienen una percepción generalmente positiva sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) como herramienta de apoyo para el aprendizaje, estos resultados coinciden con otros estudios [19], [20], [21]. La mayoría de los participantes consideran que la IA facilita la búsqueda de información, mejora la comprensión de los temas y hace el aprendizaje más interesante. Además, existe un consenso general sobre la importancia de integrar la IA con otros enfoques de enseñanza tradicionales.

Sin embargo, los resultados también revelan ciertas reservas. Los estudiantes no ven a la IA como un sustituto del tutor humano, valorando la interacción presencial con los docentes. Asimismo, aunque reconocen los beneficios de la IA para mejorar el rendimiento académico, no todos perciben un impacto significativo en sus calificaciones. Además se requiere un equilibrio entre la personalización del aprendizaje y la preservación de la interacción humana, así como la necesidad de abordar las cuestiones éticas y sociales asociadas a su implementación.

La IA se posiciona como una herramienta complementaria valiosa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero su implementación efectiva requiere una integración cuidadosa con los métodos tradicionales de enseñanza. Es fundamental considerar las fortalezas y limitaciones de la IA, así como las necesidades individuales de los estudiantes.

Los chatbots tienen un gran potencial para mejorar la experiencia educativa al proporcionar respuestas rápidas y personalizadas a los estudiantes, así como ayudar a los profesores a gestionar el tiempo y los recursos de manera más eficiente. Sin embargo, es importante que se utilicen de manera complementaria a la enseñanza tradicional y que se utilicen de manera ética y responsable para garantizar que realmente contribuyan al aprendizaje significativo de los estudiantes.

Con el continuo desarrollo de la inteligencia artificial, es probable que los chatbots desempeñen un papel cada vez más importante en la educación del futuro. Por lo tanto, es crucial seguir investigando y desarrollando estas herramientas para maximizar su potencial y garantizar que contribuyan de manera efectiva al proceso de enseñanza y aprendizaje. Estas herramientas pueden ser especialmente útiles para la enseñanza a distancia, la educación personalizada y el apoyo a estudiantes con necesidades especiales. Para futuras investigaciones sería importante explorar en mayor profundidad cómo los chatbots pueden adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje y necesidades individuales de los estudiantes. Asimismo, es fundamental investigar cómo identificar posibles barreras o desafíos en su implementación.

A partir de estos resultados, se sugieren las siguientes líneas de investigación: analizar el impacto de diferentes tipos de herramientas de IA en el rendimiento académico y la experiencia de aprendizaje,

identificar los obstáculos que impiden una mayor adopción de la IA en la educación superior, estudiar los efectos a largo plazo de la utilización de la IA en el desarrollo de habilidades y competencias de los estudiantes.

En conclusión, este estudio proporciona una visión inicial sobre la percepción y el uso de la IA en la educación superior. Los resultados de la investigación indican que la IA puede ser de gran ayuda y apoyo en los procesos educativos, pero también resaltan la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor su impacto y optimizar su implementación.

## REFERENCIAS

- [1] A. M. Al-Abdullatif, A. A. Al-Dokhny y A. M. Drwish, «Implementing the Bashayer chatbot in Saudi higher education: measuring the influence on students' motivation and learning strategies,» *Front. Psychol*, vol. 14, 2023.
- [2] B. Klímová y P. M. Ibna Seraj, «The use of chatbots in university EFL settings: Research trends and pedagogical implications,» *Front. Psychol*, vol. 14, 2023.
- [3] AM, K. Ramasamy, SG y KSR, «Una encuesta sistemática de chatbots cognitivos en un marco de aprendizaje personalizado,» *Sexta Conferencia Internacional sobre Comunicaciones Inalámbricas, Procesamiento de Señales y Redes (WiSPNET) de 2021*, pp. 241-245, 2021.
- [4] S. Tamayo, «Propuesta de metodología para el diseño e integración en el aula de un agente conversacional pedagógico desde Educación Secundaria hasta Educación Infantil,» *Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid, España*, 2017.
- [5] X. Chen, D. Zou, H. Xie, G. Cheng y C. Liu, «Two decades of artificial intelligence in education,» *Educational Technology and Society*, vol. 1, nº 25, pp. 28-47, 2022.
- [6] C. González-González, «Sistemas inteligentes en la educación: una revisión de las líneas de investigación y aplicaciones actuales,» *RELIEVE*, vol. 10, nº 1, pp. 3-22, 2004.
- [7] M. Fahimirad y S. S. Kotamjani, «A review on application of artificial intelligence in teaching and learning in educational contexts,» *Int. J. Learn Develop*, vol. 8, nº 4, pp. 106-118, 2018.
- [8] D. Andrade-Girón, W. Marin-Rodríguez, J. Sandivar-Rosas, E. Carreño-Cisneros, E. Susanibar-Ramirez, M. Zuñiga-Rojas, J. Angeles-Morales y H. Villarreal\_Torres, «Generative artificial intelligence in higher education learning: A review based on academic databases,» *Iberoamerican Journal of Science Measurement and Communication*, vol. 4, nº 1, pp. 1-16, 2024.
- [9] C. A. S. C. V. y C. T. Gómez Cano, «Unveiling the Thematic Landscape of Generative Pre-trained Transformer (GPT) Through Bibliometric Analysis,» *Metaverse Basic and Applied Research*, vol. 2, nº 33, 2023.
- [10] M. Imran y N. Almusharraf, «Google Gemini as a next generation AI educational tool: a review of emerging educational technology,» *Smart Learning Environments*, vol. 11, nº 22, pp. 1-8, 2024.
- [11] S. Mohammed, A. Jasim, A. Al-Jumaily, E. Mikhael y F. Ali, «Perceptions of Senior Pharmacy Students Towards the Impact of Artificial Intelligence on University Education and Scientific Writing: A Qualitative Study,» *Al-Rafidain Journal of Medical Sciences*, vol. 6, nº 1, pp. 142-146, 2024.
- [12] M. Orozco-González, L. Panizza, C. Vegega, P. Pytel y F. Pollo-Cattaneo, «Repositorio Institucional de la UNLP,» [En línea]. Available: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103870/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y..](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103870/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y..)
- [13] C. González González, «El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación: transformación de la forma de enseñar y de aprender,» *Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, nº 36, pp. 50-60, 2023.



- [14] W. M. Lim, A. Gunasekara, J. L. Pallant y E. Pechenkina, «Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators,» *The international journal of management education*, vol. 21, nº 2, p. 100790, 2023.
- [15] D. Baidoo-Anu y L. Owusu Ansah, «Educación in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in Promoting teaching and Learning,» 2023.
- [16] J. Chatterjee y N. Dethlefs, «This new conversational AI model can be your friend, philosopher, and guide... and even your worst enemy,» *Patterns*, vol. 4, nº 1, 2023.
- [17] C. Terwiesch, «Terwiesch, C. Would Chat GPT3 get a Wharton MBA? A prediction based on its performance in the operations management course,» *Mack Institute for Innovation Management at the Wharton School, University of Pennsylvania*, vol. 45, 2023.
- [18] O. V. García Sánchez, «Uso y percepción de ChatGPT en la educación superior,» *RITI Journal*, vol. 11, nº 23, pp. 98-107, 2023.
- [19] Odin, S. Mondar, A. Mogelvang y K. Ludvigsen, «Percepciones y uso de chatbots de IA entre estudiantes de educación superior: una revisión exploratoria de los estudios empíricos,» *Ciencias de la Educación*, 2024.
- [20] M. Dongmin, A. Huma y H. Chen, «Inteligencia artificial en la educación superior: un examen transcultural de las intenciones y actitudes de comportamiento de los estudiantes,» *Revista internacional de investigación en aprendizaje abierto y distribuido*, 2024.
- [21] J. C. Vázquez-Parra, C. Henao-Rodríguez, J. P. Lis-Gutiérrez y S. Palomino-Gámez, «Importancia de la percepción de los estudiantes universitarios sobre la adopción y formación en herramientas de inteligencia artificial,» vol. 14, nº 8, p. 141, 2024.

# PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES MEDIANTE SOFTWARE Y SU APLICACIÓN EN ÁREAS DE LA INGENIERÍA

Juan Ignacio García Ruiz<sup>1</sup>, Jesús Manuel Bernal Camacho<sup>1</sup>, Edgar Omar Burgueño Sanchez<sup>1</sup>, Ana Paulina Alfaro Rodriguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería y Tecnología de Mazatlán (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MEXICO)

## Resumen

La cartografía terrestre basada en procesamiento de imágenes satelitales permite generar resultados cartográficos y estadísticos que dejan comprender de una manera simple el impacto y los cambios en el ambiente. El desarrollo de tecnologías a nivel aeroespacial en conjunto con los avances de la ingeniería de software, han detonado nichos de investigación que brindan un mayor alcance en la solución de problemas. Debido a lo anterior, resulta importante la implementación estratégica de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su correcta aplicación para cada investigación según sea el caso por analizar. La presente investigación reúne información relacionada a las características de los satélites Landsat proveedores de imágenes raster, muestra las combinaciones de bandas, franjas espectrales y aplicaciones que se establecen al momento del procesamiento de una imagen satelital. Además, expone una breve implementación del software QGIS para el postproceso de rasters obtenidos de los satélites Landsat 7 y 9, con la finalidad de comparar la calidad de los resultados y destacar su aplicación en diferentes áreas científicas.

Palabras clave: Imagen vectorizada, landsat, ráster, SIG, teledetección.

## Abstract

The land cartography based on satellite image processing allows generating cartographic and statistical results to understand in a simple way the impact and changes in the environment. The development of aerospace technology, together with the advances in software engineering, have detonated research niches, providing greater scope for solving problems. The above is based on the ability to explore large territorial areas through satellite images combined with the advanced tools of software. The present research shows information related to the characteristics of the Landsat satellites which provide raster images, shows information related to the combinations of bands, spectral fringes and its applications that are established at the time of processing a satellite image. In addition, a brief implementation of the QGIS software for the post-processing of rasters obtained from the Landsat 7 and 9 satellites is presented, with the purpose of comparing the quality of the results and highlighting its application in different scientific areas

Keywords: Vectorized image, landsat, raster, SIG, remote sensing.

## 1 INTRODUCCIÓN

La constelación Landsat está formada por 7 satélites. El primero de ellos, fue puesto en órbita el 23 de julio de 1972 con el nombre de ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite), y del satélite 2 al 7 los nombraron Landsat. Este último fue lanzado al espacio el año de 1998, actualmente se encuentra en operaciones. Dichos satélites provienen tanto conceptual como estructuralmente de los satélites para fines meteorológicos llamados Nimbus. Los cuales puestos en órbita llevaban diversos instrumentos para la mayor captación de información de la superficie terrestre, cada vez con mayor precisión y detalle [1], [2].

Actualmente se encuentran activos los Landsat 5 y 7. Los cuales son regidos por la Administración Nacional Espacial de los Estados Unidos de América (NASA), y la producción y comercialización de las imágenes es administrada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Las imágenes se encuentran compuestas por siete u ocho bandas espectrales, que fueron seleccionadas para el monitoreo de la vegetación, aplicaciones geológicas y para el estudio de los recursos naturales. Éstas pueden combinarse

para producir distintas gamas de imágenes de color, que incrementarán la aplicabilidad en diversas áreas de estudio.

En relación a la construcción de los satélites Landsat, los tres primeros satélites fueron construidos a partir de modificaciones de los satélites NIMBUS, estos tenían una órbita circular, sincrónica con el sol y a una altura aproximada de 920 km, y hacían una órbita completa alrededor de la tierra en 103 minutos y 27 segundos. Cada 18 días pasaban sobre la misma posición de la tierra; cada satélite constaba de un sistema de cámaras de televisión que observaban y registraban una imagen de 185 km, de manera instantánea; la resolución espacial en ERTS-1 Y LANDSAT-2 fue de 80m x 80m, esto último equivale a la medida de un píxel; con tres bandas espectrales (rojo, verde e infrarrojo cercano). Mientras que el Landsat-3 tenía la resolución por píxel de 40m x 40m con una banda espectral (pancromática).

Los Landsat 4 y 5, se modificaron tanto en la forma de la plataforma como en sus características orbitales; la altitud fue modificada a 215 km menos que los primeros y el tiempo de paso se redujo 2 días, el periodo orbital fue reducido en 4.37 minutos, donde el sensor MMS (SISTEMA MULTI ESPECTRAL), el cual fue colocado en el Landsat-4, por insistencia de los investigadores del departamento de Agricultura de Estados Unidos, quienes buscaban un sistema multi espectral para estudios agrícolas. Se trata de un barredor óptico electrónico, que funciona operando en cuatro canales del espectro electromagnético. La imagen tomada por este sensor es de un área de 185 km, con una resolución espacial por píxel de 80m x 80m.

En el Landsat 5, el sensor TM (Modo Térmico), es un avanzado sensor de barrido multiespectral, creado para proporcionar una mayor resolución espacial y una mejor distinción entre los objetos de la superficie terrestre. Con una mayor fidelidad geométrica y a su vez con una mayor precisión radiométrica en relación con el sensor MSS. Estos operan simultáneamente en siete bandas espectrales, el cual tiene una resolución espacial de 30m por píxel y en las bandas del visible e infrarrojo medio y 120m por píxel, en la banda termal con su imagen terrestre de 185km.

Mientras el Landsat 7 fue diseñado para una vida útil de 5 años, pero desde 1998 está en operaciones. Tiene la capacidad de recolectar, y transmitir 532 imágenes por día. Cuenta con una órbita helio sincrónica, que significa que pasa siempre a la misma hora por un determinado lugar. Tiene una visión de toda la tierra en un tiempo de 15 días y realiza 232 órbitas. Además, posee una capacidad de almacenamiento de 100 imágenes, el instrumento esencial de este satélite es el Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). Sus características espectrales son en el multiespectral y modo espectral pancromático en la banda 8 pancromática [2].

El Landsat 8 fue puesto en órbita el 11 de febrero del 2013, operado en colaboración de la NASA y el USGS. El estudio de las imágenes se realiza mediante dos sensores principales, el Operational Land Imagen (OLI), que usa 9 bandas espectrales, y el segundo es el Termal InfraRed Sensor (TIRS), que opera en el rango de infrarrojos de onda larga. El satélite proporciona imágenes con una resolución moderada que varía en diferentes bandas de 15m por píxel, en la más precisa hasta 100m en el infrarrojo de onda larga [3].

El Landsat 9 fue lanzado al espacio el día 27 de septiembre del 2021. Tomó su primera imagen el 31 de octubre del mismo año. Transportaba dos instrumentos principales, que son el OLI-2 que detecta la luz visible, el infrarrojo cercano y el infrarrojo de onda corta en nueve longitudes de onda; y el segundo instrumento es el TIRS-2, que detecta la radiación térmica en dos longitudes de onda, que son utilizadas para medir las temperaturas de la tierra y sus cambios. Otros datos importantes a destacar consisten en que con una resolución radiométrica de 14 bits, el Landsat 9 puede diferenciar más de 16,000 tonos de una longitud de onda dada; el Landsat 8 proporciona datos de 12 bits, y 4.096 tonos. Landsat 7, el satélite que está siendo remplazado, detecta solo 256 tonos y con una resolución de 8 bits [4].

Tabla 1. Sensores.

	<b>Bandas</b>	<b>Faja espectral</b>	<b>Aplicaciones</b>
<b>Los canales y sus aplicaciones</b>	1	Azul	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo de aguas costeras</li> <li>• Diferenciación entre suelo y vegetación</li> <li>• Diferencia entre vegetación conífera y decidua</li> </ul>

	<b>Bandas</b>	<b>Faja espectral</b>	<b>Aplicaciones</b>
	2	Verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo de vegetación</li> <li>• Calidad del agua</li> </ul>
	3	Rojo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorción de la clorofila</li> <li>• Áreas urbanas y uso del suelo</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Calidad del agua</li> </ul>
	4	Infrarrojo cercano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitación de cuerpos de agua</li> <li>• Mapeo geomorfológico y geológico</li> <li>• Identificación de áreas de incendios y áreas húmedas</li> <li>• Agricultura y vegetación</li> </ul>
	5	Infrarrojo termal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del suelo</li> <li>• Medición de la humedad en la vegetación</li> <li>• Diferenciación entre nubes y nieve</li> <li>• Agricultura</li> <li>• Vegetación</li> </ul>
	6	Infrarrojo termal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeo térmico en plantas</li> <li>• Corrientes marinas</li> <li>• Propiedades térmicas del suelo</li> </ul>
	7	Infrarrojo medio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de minerales</li> <li>• Mapeo hidrotermal</li> </ul>

*Tabla 2. Combinaciones de bandas RGB y sus aplicaciones para raster de Landsat 1-7.*

<b>Combinación de bandas</b>	<b>Aplicaciones</b>
1, 2, 3	<p>Esta combinación que utiliza las bandas de porción visible del espectro electromagnético es la que más se aproxima a los colores reales.</p> <p>Es ideal para la información del agua: corrientes, sedimentos en suspensión, turbidez. En esta imagen las tonalidades azules representan el agua y mientras las tonalidades marrones representan las áreas urbanas y las verdes la vegetación.</p>
2, 3, 4	<p>La banda infrarrojo cercano es útil para identificar los límites entre el suelo y el agua. Los cuerpos de agua con sedimentos suspendidos se reflejan en tonalidades azul claro y por lo contrario los que poseen pocos sedimentos en azul oscuro. Donde las áreas urbanas se muestran de igual manera en tonos azules y la banda 4 es sensible a la clorofila la cual se representa en tonos rojos permitiendo observar las variaciones de vegetación.</p>
3, 4, 5	<p>Esta combinación de dos bandas en la región del infrarrojo muestra una mayor diferenciación entre el agua y la superficie terrestre, donde la vegetación se representa en diferentes tonalidades de verdes y rosas que varían en función de la ubicación. Las áreas urbanas se representan en tonos rosados, donde el agua independientemente de la suspensión de sedimentos se muestra en color negro.</p>
3, 5, 4	<p>Esta combinación con una banda en la región visible y dos en el infrarrojo, utiliza las mismas combinaciones 3,4 y 5; donde asociada a colores diferentes la cual permite una diferenciación de colores como la vegetación se representa en tonos marrones, verdes y amarillos y las áreas urbanas en tonos azul claro, donde de igual manera las aguas en tonos azul oscuro.</p>

Tabla 3. Combinaciones de bandas RGB y sus aplicaciones para raster de Landsat 8/9.

Combinación de bandas	Aplicaciones
4, 3, 2	Color natural
5, 6, 2	Vegetación saludable
5, 6, 4	Tierra/agua
7, 5, 3	Natural con remoción atmosférica
7, 5, 4	Infrarrojo de onda corta

Asimismo, resulta importante definir las imágenes Ráster, como una imagen compuesta por distintas formas o formatos como son las imágenes de satélites o Landsat, fotografías aéreas digitales, entre otros [5]. De igual forma las imágenes vectorizadas se definen como una imagen compuesta principalmente por fórmulas matemáticas y formas geométricas cuya principal finalidad es generar imágenes con mayor nitidez, sin distorsionarse. Lo que proporciona mejores resultados [5].

## 2 METODOLOGÍA

A continuación, se presenta una búsqueda exhaustiva de los principales softwares empleados para el tratamiento de imágenes satelitales. Estos se caracterizan por ser de código abierto, representan un apoyo para la realización de cualquier aplicación de la ingeniería, partiendo de las imágenes Landsat o digitales.

Asimismo, se prosiguió con la descarga de los ráster mediante la página del servicio geológico de los estados unidos (USGS) Earth Explorer, donde se descargaron imágenes de la zona del puerto de Mazatlán, Sinaloa. En formato Landsat 7 (Figura 1 y 3) y Landsat 9 (Figura 2 y 4), para hacer una comparativa de la resolución de cada imagen ya que anteriormente se describió la capacidad de tonalidades y el procesamiento en bits de cada satélite, y con esto poder determinar las bondades de trabajar con uno u otro ráster. Asimismo, se implementó la utilización del QGIS, con el objetivo de mostrar las equiparaciones de los ráster procesados y las diferencias más importantes detectadas durante su análisis.

### 2.1 QGis

Este software desarrolla numerosas funcionalidades y formatos en el caso de ráster, vector y base de datos, el cual lo hace destacar por la sencillez de sus elementos y la velocidad de operación. Desarrolla cartografía, producción de mapas, y herramientas de generación de informes como los atlas de riesgo, informes con mapas entre otros. Se utiliza en computadoras de escritorio y en teléfonos móviles con sus aplicaciones. De esta forma, se puede compartir con mayor facilidad la información con la comunidad que utiliza este software [6].

### 2.2 GRASS GIS (Sistema de Soporte para el Análisis de Recursos Geográficos)

Se utiliza principalmente para la gestión y el análisis de datos geoespaciales, así como para el procesamiento de imágenes, la producción de mapas y gráficos, visualización y modelado espacial [7]. Es ideal para aplicarse en el modelado de terrenos y ecosistemas, en el área de hidrología tiene una visualización de datos ráster y vectoriales, además de hacer una gestión y análisis de datos geoespaciales y un procesamiento de imágenes satelitales y sus áreas de entrada. Ofrece un marco temporal para el procesamiento avanzado de series de tiempo y es compatible con Python para un post proceso más rápido y eficiente [8].

### 2.3 SAGA (Sistema para Análisis Geo-científicos Automatizados)

Es un Sistema de Información Geográfica (SIG) usado para el análisis y edición de datos geográficos. Incluye un gran número de módulos para el análisis vectorial (puntos, líneas y polígonos), puede trabajar con tablas y datos ráster [9].

## 2.4 R Y R Studio

R es un entorno de software libre y lenguaje de programación para realizar análisis estadísticos. Es uno de los lenguajes de programación más utilizados en investigaciones por la comunidad estadística. Sin embargo, cabe destacar que, aunque tiene una excelente flexibilidad, no resulta fácil de trabajar así que se decidió adicionar un entorno de desarrollo integrado, R Studio, que permite programar en R. Lo anterior deriva a la implementación del lenguaje de programación con R y GIS, que se ha utilizado en clases para datos espaciales, lectura y escritura de datos espaciales, análisis de patrones de puntos, geoestadística, regresión espacial, análisis ecológico, algoritmos de procesamientos ráster, detección remota, teledetección remota y teledetección Light Detección and Ranging (LiDAR) [8].

## 2.5 White Box

Es un software de análisis de datos geoespaciales desarrollado originalmente por el grupo de investigación de Geomorfometría e Hidrogeomática, de la Universidad de Guelph en Canadá. Contiene más de 550 herramientas para el proceso de datos geoespaciales, además cuenta con características como su amplio uso de computación paralela, que no necesita la instalación de otras bibliotecas y se conecta con facilidad a los entornos de scripting y a otros software-b de Sistema de Información Geográfica (SIG). Se emplea emplear para realizar tareas comunes de análisis de teledetección y Sistema de Información Geográfica (SIG). También cuenta con herramientas avanzadas para el análisis hidrológico espacial y el procesamiento de datos LiDar [10].

## 2.6 PostGIS

PostGIS es la extensión de PostgreSQL que es la base de datos de código abierto más avanzada. Tiene capacidades espaciales, convirtiéndolo en una base de datos espacial. La combinación de ambos es una solución para el almacenamiento, gestión y mantenimiento de datos espaciales. Estas últimas, incluyen herramientas para convertir sistemas de coordenadas, áreas y distancias, superposiciones y creación de geometrías nuevas. Además, es compatible con la mayoría de software de Sistema de Información Geográfica (SIG) [8].

## 2.7 MapServer

Es una plataforma de código abierto para publicar datos espaciales y aplicaciones de mapeo interactivo en la web. Fue desarrollado en los años 90 en la Universidad de Minnesota. No es un Sistema de Información Geográfica (SIG) [11].

## 2.8 Cartopy

Es un paquete de Python diseñado para el procesamiento de datos geoespaciales, con el fin de producir mapas y otros análisis de datos. Emplea las potentes bibliotecas PROJ, NumPy, Shapely e incluye una interfaz programática construida sobre Matplotlib para la creación de mapas de calidad para publicaciones. Sus funciones están orientados a objetos y su capacidad para transformar puntos, líneas, vectores, polígonos e imágenes entre otras proyecciones. Originalmente fue creado en la oficina de meteorología del Reino Unido, para permitir a los científicos visualizar sus datos en mapas de forma rápida y sencilla y con precisión [12].

## 2.9 MxSIG

Plataforma de software que ofrece el INEGI para generar Sistemas de Información Geográfica. Consiste en código abierto para la web, desarrollada para implementar soluciones geomáticas que faciliten el uso, integración, interpretación, publicación y análisis de la información geográfica y estadística. Está desarrollada utilizando módulos robustos de software de código abierto o libres. De las librerías que dan soporte son las siguientes: PostgreSQL, PostGIS, MapServer, OpenLayers, jQuery. Su lenguaje de desarrollo es en: HTML5 (JavaScript y CSS), Java. Así mismo ofrece servicios estandarizados como son: Web Map Service (WMS), Web Map Tile Service (WMTS) y Representational State Transfer (REST) [13].

Entre sus principales funcionalidades tienes ser buscador, medir área, medir distancia, digitalizar, análisis, importar/exportar KML, cruces de información, leyendas, identificar, área de control de escala y desplazamiento, mapa completo, mapa de referencia, acceso y control de las capas de información, capas de información, acceso a capas activas, línea del tiempo, mapa base, descarga de vista, imprimir [13].

## 2.10 Implementación del software QGIS en el tratamiento de imágenes satelitales

Las imágenes utilizadas son de Mazatlán, Sinaloa, México y sus zonas circundantes, estos raster se obtuvieron de Landsat 7 y 9 a través del sitio USGS Earth Explorer. El post proceso se realizó con el software QGIS de licencia abierta, con la finalidad de implementar diferentes combinaciones de banda de acuerdo a las Tablas 2 y 3 y comparar sus resultados.

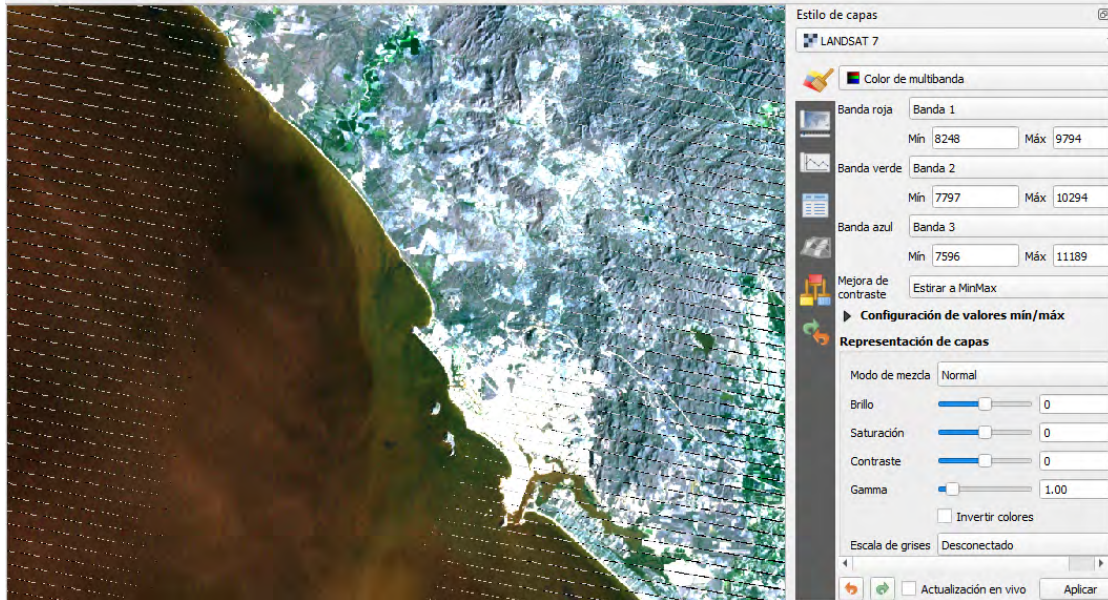


Figura 1. Landsat 7, Combinación de bandas RGB (1, 2, 3).

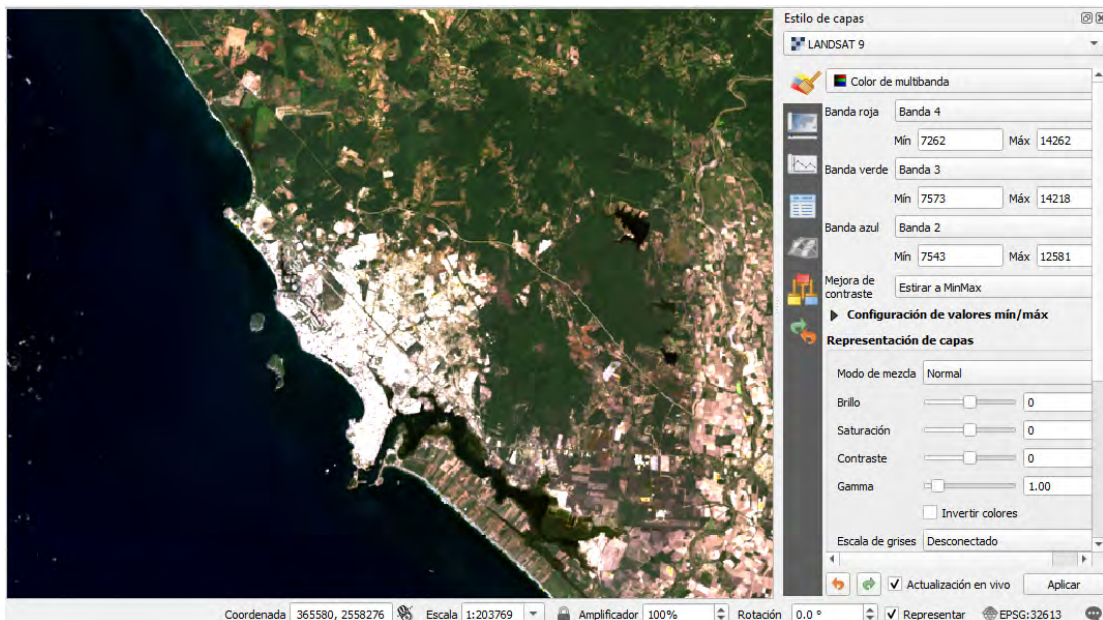


Figura 2. Landsat 9, Combinación de Bandas RGB (4, 3, 2).

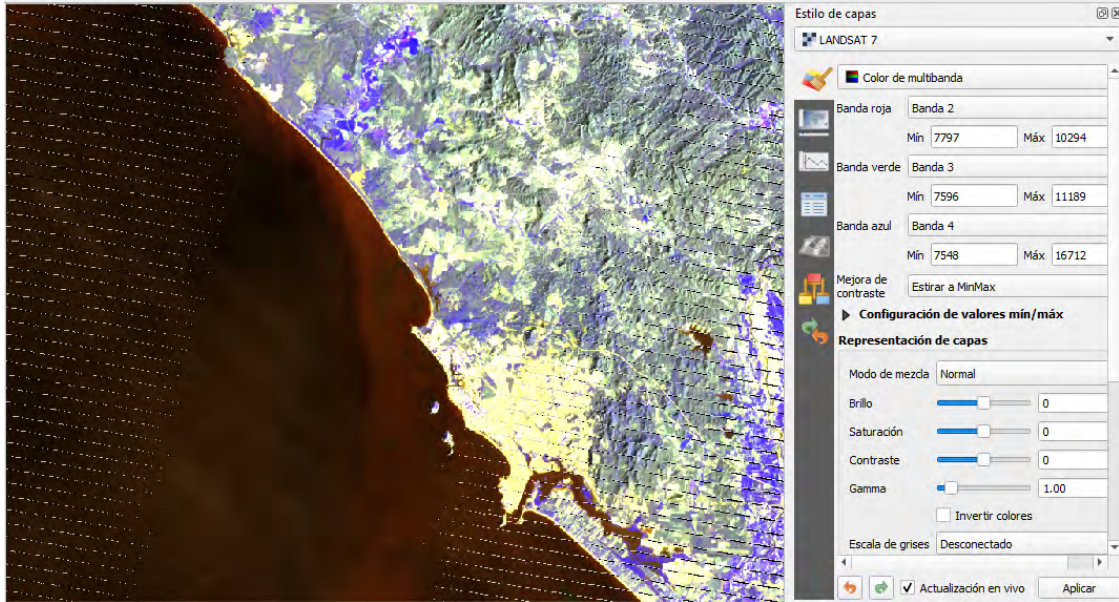


Figura 3. Landsat 7, Combinación de Bandas RGB (2, 3, 4).

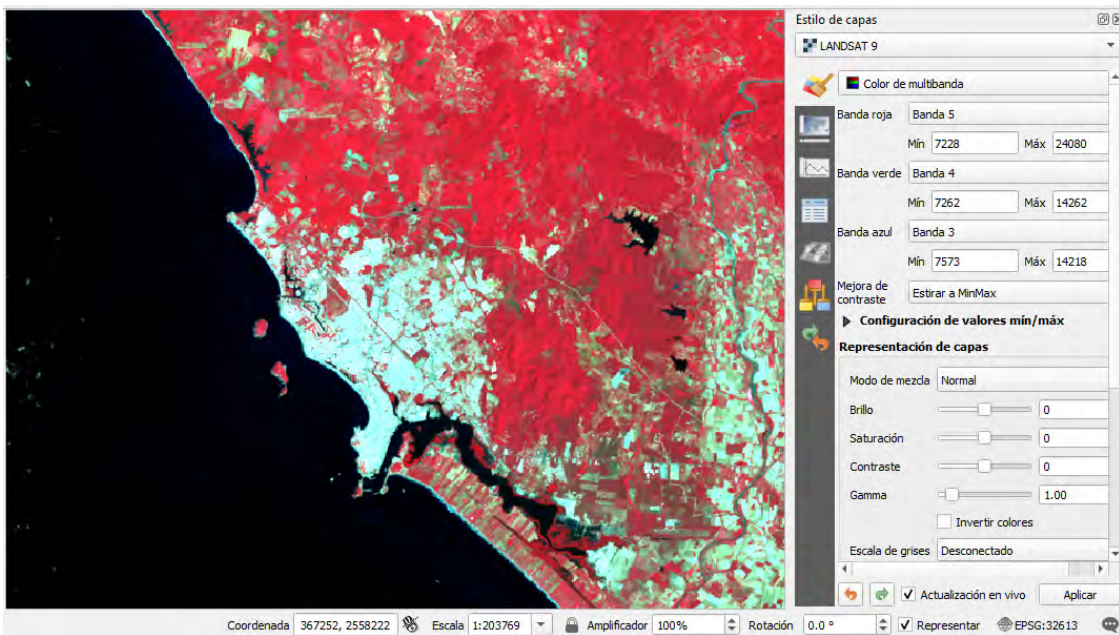


Figura 3. Landsat 9, Combinación de Bandas RGB (5, 4, 3)

### 3 RESULTADOS

En la Figura 1, se muestra el resultado del postproceso en QGIS con combinaciones de banda 1,2,3 del raster obtenido mediante el satélite Landsat 7. De acuerdo a la Tabla 2 esta combinación permite observar los colores reales de la imagen, se puede observar que la calidad de la imagen no es muy buena ya que se muestra con algunas inconsistencias debido al ruido (se describe como falta de información en los píxeles y muestran inconsistencias en la imagen ráster). Lo anterior, puede afectar el análisis de la imagen ya que, en esos píxeles sin información, podrían ser causantes de malas decisiones al emitir resultados sin sustento; Estos desperfectos se pueden corregir mediante códigos de programación como Python, Júpiter o R. Los cuales después de procesar dichas imágenes nos muestran imágenes más nítidas. Con ellas se



puede realizar la inspección o toma de decisiones sobre lo que se investigue. Las tonalidades que representa esta combinación de bandas no son tan precisas o cercanas a la realidad ya que están en tonos verdes, blancos, grises y marrones.

En la Figura 2, se muestra el resultado del postproceso en QGIS con combinaciones de banda 4,3,2 del raster obtenido mediante el satélite Landsat 9, de acuerdo a la Tabla 3 esta combinación permite observar los colores reales de la imagen. Se observa una mayor nitidez, sin ruido y con colores más realistas, lo cual se considera lógico ya que es una imagen que se obtiene a partir de la percepción de las 16,000 tonalidades o colores captadas. Los colores que se muestran son en tonalidades verdes para las áreas de selva baja caducifolia y áreas verdes, dentro y fuera de la ciudad; las tonalidades marrones son de las áreas parceladas y de agricultura, las áreas de color más claro son las que reflejan la ciudad y su mancha urbana y rural; así como los tonos azules para las aguas del mar, el canal de navegación, arroyos y presas.

En la Figura 3, se muestra el resultado del postproceso en QGIS con combinaciones de banda 2,3,4 del raster obtenido mediante el satélite Landsat 7. De acuerdo a la Tabla 2 esta combinación permite observar combinación de infrarrojo; hay tonos claros y amarillos para la zona de la ciudad, tonos azules para zonas deshabitadas y colores verdes en zonas de cerros y selva baja caducifolia, mostrando tonalidades marrones para las aguas del mar y canal de navegación, marismas, arroyos y presas.

En la Figura 4, se muestra el resultado del postproceso en QGIS con combinaciones de banda 5,4,3 del raster obtenido mediante el satélite Landsat 9. De acuerdo a la Tabla 3 esta combinación permite observar combinación de infrarrojo; podemos constatar las tonalidades rojas para representar la vegetación y las zonas agrícolas, en colores azul claro y blancos la zona de la mancha urbana y rural, y a su vez los tonos de las zonas de agua se representan en color obscuro o negro.

De acuerdo a los resultados obtenidos del postproceso en QGIS de las diferentes combinaciones de banda y tomando en cuenta su origen, ya sea Landsat 7 o 9, se observa claramente que las imágenes manifiestan calidades muy distintas. Los raster de Landsat 7 requieren un proceso más de análisis para lograr limpiar la imagen y tener información de mayor calidad, en cambio los raster de Landsat 9 permiten apreciar con mayor nitidez las diferencias entre entornos que predominan en los raster, esto permite explotar con mayor amplitud los beneficios de dicha información.

## 4 CONCLUSIONES

El conjunto de sistemas satelitales Landsat, provee imágenes que permiten realizar una gran cantidad de estudios científicos mediante el uso de bandas espectrales. Entre las áreas multidisciplinarias que se pueden abordar está el monitoreo de la vegetación, aplicaciones geológicas, estudio de los recursos naturales, catastro, urbanismo, agricultura, deforestación, contaminación, ingeniería marítima, entre otras aplicaciones ingenieriles.

El tipo de raster obtenido por los diferentes satélites Landsat influye de manera sustancial en la calidad de las imágenes obtenidas posterior al análisis. Resulta importante recomendar el uso de imágenes Landsat 8/9, ya que en su obtención se implementa mayor tecnología y su precisión se refleja en la calidad de los resultados.

De acuerdo a la información analizada, se ha podido observar versatilidad con respecto a la aplicación de software relacionados con Sistema de Información Geográfica (SIG). Cada uno de ellos, está enfocado a un área de estudio en específico, implementando distintas herramientas para su correcto funcionamiento. Estos avances tecnológicos han permitido al usuario tener una visión, y datos confiables que ayudan en la toma de decisiones permitiendo una buena gestión de los recursos analizados.

Los grandes avances tecnológicos en las diferentes disciplinas, han significado una suma de esfuerzos para la realización de proyectos de investigación cada vez más rigurosos y exactos, logrando resultados que anteriormente no habrían sido posibles de obtener. El área de la Ingeniería Civil en su rama de la Ingeniería Marítima, se ha visto beneficiada de manera significativa mediante la realización de estudios que consideran la evolución de imágenes durante importantes periodos de tiempo. Además de tener la capacidad de estudiar grandes áreas gracias a la cobertura que brindan las imágenes satelitales.

## REFERENCIAS

- [1] C. X. Molo y O. D. Cardozo, “Análisis de la dinámica de las coberturas de la tierra en el este chaqueño entre 2015 y 2019”, *Geográfica digital*, vol. 18, núm. 36, 2021, Doi: 10.30972/geo.18365822
- [2] “Aspectos\_tecnicos\_landsa”.
- [3] EOS DATA ANALYTICS, [https://eos.com/es/blog/bandas-Landsat-8/#:~:text=Landsat%20es%20un%20sat%C3%A9lite,t%C3%A9rmico%20\(de%20onda%20larga\)](https://eos.com/es/blog/bandas-Landsat-8/#:~:text=Landsat%20es%20un%20sat%C3%A9lite,t%C3%A9rmico%20(de%20onda%20larga)).
- [4] NASA.GOV, <https://ciencia.nasa.gov/ciencias-terrestres/una-vista-de-los-angeles-Landsat-9/>
- [5] Esri, “<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>”, <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>.
- [6] QGIS, <https://qgis.org/project/overview/>
- [7] Grass Gis, <https://grass.osgeo.org/learn/manuals/>
- [8] Mapping gis, [https://mappinggis.com/2019/02/r-y-gis-que-es-r-y-su-relacion-con-los-sig/#Ejemplo\\_de\\_creacion\\_de\\_un\\_mapa\\_con\\_R](https://mappinggis.com/2019/02/r-y-gis-que-es-r-y-su-relacion-con-los-sig/#Ejemplo_de_creacion_de_un_mapa_con_R)
- [9] saga, <https://saga-gis.sourceforge.io/en/index.html>
- [10] Whitebox, <https://www.whiteboxgeo.com/>
- [11] MapServer, <https://www.mapserver.org/>
- [12] Cartopy, <https://scitools.org.uk/cartopy/docs/latest/>
- [13] INEGI, <https://www.inegi.org.mx/servicios/mxsig.html>

# PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES PARA LA PREDICCIÓN TEMPRANA DEL CÁNCER DE PULMÓN

**Aurea Teresa Reyes Delgado<sup>1,4</sup>, Miguel Ángel Cortes Hernández<sup>2</sup>, Raúl Nava López<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, División de Ingeniería Informática (MÉXICO)*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán, División de Ingeniería en Sistemas Computacionales (MÉXICO).*

<sup>3</sup>*Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán División de Ingeniería en Sistemas Computacionales (MÉXICO).*

<sup>4</sup>*Universidad Mexiquense del Bicentenario, Unidad de Estudios Superiores Ixtlahuaca, Licenciatura en Informática (MÉXICO).*

## Resumen

El artículo aborda la importancia del procesamiento digital de imágenes en la detección temprana del cáncer de pulmón, una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial. Las técnicas de minería de datos y procesamiento de imágenes pueden mejorar la identificación de anomalías en radiografías torácicas, facilitando diagnósticos más precisos y oportunos. Se utilizaron herramientas como GIMP y Python para analizar imágenes médicas, mejorando la calidad de las imágenes y generando datos valiosos que pueden ser utilizados para entrenar modelos de aprendizaje automático. La información obtenida de las radiografías de tórax contribuirá al desarrollo futuro de una red neuronal capaz de predecir la presencia de cáncer de pulmón en sus etapas iniciales. Este avance podría reducir significativamente los costos de pruebas diagnósticas invasivas y permitir que los pacientes reciban tratamientos más oportunos. Los resultados mostraron variaciones significativas en los patrones de densidad de masa de las radiografías, lo que indica su potencial para identificar signos tempranos de cáncer. Esto sienta las bases para el desarrollo futuro de una red neuronal que pueda predecir la presencia de cáncer de pulmón en etapas iniciales, lo que potencialmente reduciría los costos de pruebas invasivas y permitiría tratamientos más rápidos. La combinación de avances en el procesamiento de imágenes y la minería de datos es esencial para establecer estándares en la detección temprana del cáncer de pulmón, mejorando así el pronóstico y la calidad de vida de los pacientes.

Palabras clave: Cáncer de pulmón, procesamiento de imágenes, detección temprana, aprendizaje automático, redes neuronales, minería de datos.

## Abstract

The article addresses the importance of digital image processing in the early detection of lung cancer, one of the leading causes of mortality worldwide. Techniques of data mining and image processing can improve the identification of anomalies in thoracic X-rays, facilitating more accurate and timely diagnoses. Tools such as GIMP and Python were used to analyze medical images, enhancing image quality and generating valuable data that can be used to train automatic learning models. The information obtained from chest X-rays will contribute to the future development of a neural network capable of predicting the presence of lung cancer in its early stages. This advancement could significantly reduce the costs of invasive diagnostic tests and allow patients to receive more timely treatments. The results showed significant variations in mass density patterns of the X-rays, indicating their potential to identify early signs of cancer. This lays the groundwork for the future development of a neural network that can predict the presence of early-stage lung cancer, potentially reducing the costs of invasive tests and enabling faster treatments. The combination of advancements in image processing and data mining is essential for establishing standards in the early detection of lung cancer, thereby improving patient prognosis and quality of life.

Keywords: Lung cancer, image processing, early detection, machine learning, neural networks, data mining.

## 1 INTRODUCCIÓN

El cáncer de pulmón es una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial y representa un desafío significativo para los sistemas de salud. Según la Organización Mundial de la Salud, este tipo de cáncer es responsable de más muertes que cualquier otro, subrayando la necesidad urgente de desarrollar métodos de detección más efectivos y accesibles [4]. Aunque existen tratamientos disponibles, la detección temprana es crucial para mejorar los pronósticos y la calidad de vida de los pacientes. Sin embargo, un alto porcentaje de diagnósticos se realiza en etapas avanzadas, lo que limita las opciones de tratamiento y reduce significativamente las tasas de supervivencia.

En respuesta a esta problemática, este artículo aborda la aplicación de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes y aprendizaje automático para optimizar el diagnóstico del cáncer de pulmón. La implementación de algoritmos de minería de datos en el análisis de radiografías de tórax puede facilitar la identificación de anomalías, permitiendo un diagnóstico más preciso y oportuno. Mediante herramientas como GIMP y Python, se realiza un análisis de las imágenes médicas, lo que permite mejorar la calidad de las imágenes y generar datos importantes que pueden ser utilizados para entrenar modelos de aprendizaje automático.

### 1.1 Cáncer de pulmón

De acuerdo con [1], el cáncer de pulmón es el primer cáncer en incidencia y en mortalidad a nivel mundial, se compone de células no pequeñas (CPCNP). Por su parte [2] menciona el cáncer de pulmón clasificado en microcítico y no microcítico, como el segundo cáncer más común que afecta tanto a hombres como a mujeres en los Estados Unidos. En los hombres, el cáncer de próstata es el más común, mientras que en las mujeres es el cáncer de seno, sin embargo, alrededor del 13% de todos los cánceres nuevos son cánceres de pulmón, el cual ocurre principalmente en las personas de edad avanzada.

El [5] indica que el cáncer es una enfermedad en la cual las células del cuerpo comienzan a multiplicarse sin control, el cáncer de pulmón comienza en los pulmones y se puede diseminar a los ganglios linfáticos o a otros órganos del cuerpo, como el cerebro. A su vez, el cáncer originado en otros órganos se puede diseminar a los pulmones, cuando las células cancerosas se diseminan de un órgano a otro, se le llama metástasis. El cáncer de pulmón se origina cuando las células comienzan a reproducirse sin control, forman un tumor y se trasladan a otras partes del organismo donde comienzan a crecer y a formar nuevos tumores que reemplazan al tejido normal, el cual comienza en las células que envuelven los bronquios, los bronquiolos y/o los alvéolos [6].

#### 1.1.1 Impacto Global del Cáncer de Pulmón

El cáncer de pulmón fue la principal causa de muerte en el 2022 donde 1,8 millones de muertes, que representan el 18,7% del total de muertes por cáncer, seguido del cáncer colorrectal con 9,3% y el cáncer de hígado en un 7,8%, el cáncer de mama con un 6,9% y el cáncer de estómago representado por un 6,8% [3]. De igual forma, [4] indica que en el 2022 se diagnosticó cáncer de pulmón a más de 2,5 millones de personas, lo que lo convierte en el tipo de cáncer más frecuente, convirtiéndose en la principal causa de muerte.

El cáncer de pulmón no sólo es la primera causa de muerte por cáncer, es además la más evitable, ya que la mayoría de los casos de este cáncer son ocasionados por el tabaquismo, un factor de riesgo que por sí solo provoca un mayor número de casos y a nivel mundial causa aproximadamente un 22% de las muertes por cáncer y un 71% de las muertes por cáncer de pulmón. Es el principal factor de riesgo para desarrollar cáncer de pulmón, ya que el humo del tabaco contiene carcinógenos, está demostrado que no hay una cantidad inocua al consumir cigarrillos o productos de tabaco, siempre hay riesgos a desarrollar cáncer [5].

#### 1.1.2 Cáncer de Pulmón en México

El cáncer de pulmón representa un reto importante para la salud pública al ser reconocido como una de las principales causas de muerte por cáncer en México y en el mundo. Durante el año 2020, se estimó una incidencia de más de 2 millones de casos de cáncer de pulmón en el mundo, en México, se registraron 7

mil 811 casos nuevos y 6 mil 733 muertes por cáncer de pulmón. En México, la mayoría de los casos de cáncer de pulmón, lesión neoplásica de las vías de conducción o alveolares en el tórax está relacionada con el consumo de tabaco, seguido de la obesidad y la falta de actividad física. Se han detectado alrededor de 10 mil casos nuevos de cáncer de pulmón al año y de éstos, ocho mil personas pierden la vida, el cáncer de pulmón se puede presentar desde los 40 años, sobre todo si inició el consumo de tabaco a temprana edad, y el riesgo aumenta en mayores de 60 años [6], [7].

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), tumores malignos de la tráquea, de los bronquios y del pulmón, tiene tasas de 99.27 y 42.34 defunciones por cada 100 mil, respectivamente, sin embargo [8], existen algunos otros tumores relacionados con el cáncer, los cuales representan los primeros lugares de muerte en México como se muestra en la siguiente Figura 1.

Tipo de tumor maligno en hombres		Tipo de tumor maligno en mujeres	
De 0 a 19 años	Tasa	De 0 a 19 años	Tasa
Leucemia	2.78	Leucemia	1.93
Tumor maligno de las meninges, del encéfalo y de otras partes del sistema nervioso central	0.62	Tumor maligno de las meninges, del encéfalo y de otras partes del sistema nervioso central	0.61
Linfoma no Hodgkin	0.22	Tumor maligno del hígado y de las vías biliares intrahepáticas	0.16
Tumor maligno del hígado y de las vías biliares intrahepáticas	0.15	Tumor maligno del ovario	0.10
De 20 a 29 años		De 20 a 29 años	
Leucemia	2.69	Leucemia	1.84
Linfoma no Hodgkin	0.56	Tumor maligno del cuello del útero	0.84
Tumor maligno de las meninges, del encéfalo y de otras partes del sistema nervioso central	0.55	Tumor maligno del ovario	0.51
Tumor maligno del colon, del recto y del ano	0.41	Tumor maligno de la mama	0.49
De 30 a 59 años		De 30 a 59 años	
Tumor maligno del colon, del recto y del ano	5.86	Tumor maligno de la mama	14.61
Tumor maligno del estómago	4.59	Tumor maligno del cuello del útero	8.90
Leucemia	3.19	Tumor maligno del ovario	5.46
Tumor maligno del hígado y de las vías biliares intrahepáticas	2.94	Tumor maligno del colon, del recto y del ano	4.05
60 años o más		60 años o más	
Tumor maligno de la próstata	99.27	Tumor maligno de la mama	49.09
Tumor maligno de la tráquea, de los bronquios y del pulmón	42.34	Tumor maligno del hígado y de las vías biliares intrahepáticas	33.45
Tumor maligno del colon, del recto y del ano	39.54	Tumor maligno del colon, del recto y del ano	30.69
Tumor maligno del hígado y de las vías biliares intrahepáticas	37.75	Tumor maligno de la tráquea, de los bronquios y del pulmón	25.06

Figura 1. Tasa de defunciones por tipo de tumor maligno, por grupos de edad y sexo, 2022, (defunciones por cada 100 mil habitantes) [8].

La imagen anterior muestra la tasa de muerte por tumores en la tráquea, bronquios y pulmón, donde se puede observar que ocupa una alta tasa de mortalidad en hombres de la tercera edad.

## 1.2 Métodos de diagnóstico del cáncer de pulmón

En [9] se indica que para llegar al diagnóstico de un cáncer de pulmón existen pruebas diagnósticas de imagen, como: historia clínica con exploración física, analítica general, radiografía de tórax, TAC de tórax, TAC o resonancia magnética cerebral, pruebas de función respiratoria. Sin embargo, la mayoría de las ocasiones es necesario realizar estudios endoscópicos para tomar una muestra del tejido y conocer el tipo de tumor anudo a un pronóstico y tratamientos más adecuados.

### 1.2.1 Técnicas actuales de diagnóstico de cáncer de pulmón

La radiografía y el estudio citológico del esputo son dos exámenes de detección más usados para identificar signos de cáncer, por otra parte, se menciona que tanto la radiografía del tórax como el estudio citológico del esputo no disminuyen el riesgo de muerte por cáncer de pulmón [10]. A su vez, [11] indica que el cáncer pulmonar principalmente se detecta por un radiólogo mediante un estudio por imágenes, puede incluir una exploración por TAC de su pecho, una PET/TC o una radiografía del tórax. También se realiza vía broncoscopia (el especialista de pulmón explora sus vías aéreas con una pequeña cámara) o mediante un estudio de laboratorio que evalúa la presencia de las células en el esputo. Cuando existe una sospecha de cáncer de pulmón se confirma con un tipo de biopsia vía broncoscopia o por un radiólogo usando la guía por imágenes de TAC o ultrasonido endobronquial para ver y tomar una muestra de los ganglios linfáticos del centro del pecho (mediastino).

De igual forma, en [11] se menciona que una vez que se ha diagnosticado cáncer de pulmón, probablemente también deba hacerse una exploración por RMN o por TAC de su cerebro, por ende, las opciones de tratamiento dependen de la extensión de la enfermedad, e incluyen cirugía, radioterapia y terapia sistémica (quimioterapia, terapia dirigida, o la inmunoterapia) o una combinación de estas.

### 1.2.2 Importancia de las radiografías de tórax en la detección temprana

Existen enfermedades que representan amenazas globales donde la radiografía de tórax se destaca como una herramienta indispensable para su detección temprana y tratamiento oportuno, es una de las herramientas más valiosas en la lucha contra distintas enfermedades. A su vez, previene complicaciones graves, es una técnica de imagen médica mediante la cual los profesionales de la salud examinan los pulmones y otras estructuras torácicas en busca de signos de la enfermedad, el procedimiento de una radiografía de tórax es simple y no invasivo [12].

Por su parte, [13] menciona que la radiografía de tórax es una prueba diagnóstica de rutina y urgencia, consiste en una captación de una imagen del tórax mediante rayos X y ondas electromagnéticas que atraviesan en el cuerpo detectando la presencia en cada punto, donde los órganos más sólidos no dejan pasar los rayos X (huesos, que tienen calcio) y los más livianos permiten su paso (pulmones, llenos de aire), brinda datos clínicos para diagnosticar y procurar un tratamiento oportuno. No se está libre de riesgos, ya que se utilizan rayos X los cuales representan ondas ionizantes capaces de mutar células y predisponer al cáncer, aunque existen beneficios que superan los riesgos, ayudan a detectar: disnea, dolor torácico, traumatismo torácico, sospecha de neumonía, cáncer de pulmón, o para la preparación para una operación.

## 1.3 Técnicas de procesamiento de imágenes para diagnóstico

El procesamiento digital de imágenes consiste en una serie de técnicas que se aplican a las imágenes digitales, para mejorar su calidad o facilitar la búsqueda de información en ellas. Existen tres técnicas básicas de operaciones de punto en escala de grises, donde se caracterizan por la modificación de determinados píxeles de una imagen a través de herramientas matemáticas [14].

### 1.3.1 Filtrado por densidad de masa

Las técnicas locales o conocidas como filtrado, permiten calcular el píxel de salida, a partir del valor del píxel en la imagen de entrada en operaciones puntuales y por píxeles vecinos de lo que se quiere filtrar, el filtrado es una de las técnicas básicas en procesamiento de imágenes y usualmente consiste en realizar modificaciones de las componentes de frecuencia de una señal, específicamente filtros espaciales por la mayor simplicidad y velocidad [15].

Por su parte en [16] se realizó un filtrado de densidad en el diagnóstico computarizado para la detección de cáncer de mama es la neoplasia, a través de la segmentación de masas mamográficas, donde implementaron una técnica de procesamiento para aumentar el contraste en la imagen mamográfica reduciendo el ruido aparente, mediante un sistema de segmentación de masas sólidas de tres módulos. 1) Reducción de ruido para resaltar límites de la masa mediante el filtro SRAD. 2) Implementación de un algoritmo de objetos YOLOv3 delimitando la región de interés y asegurar la segmentación en la zona de interés identificada. 3) Aplicación la red de segmentación semántica DeepLabv3+ en la región delimitada por la red de detección.

### 1.3.2 Eliminación de ruido y segmentación

Para [17] existe un efecto de la segmentación de ruido sobre la imagen FLAIR en Imagen original y su histograma correspondiente, en imagen de ruido segmentado empleando el método del " 5 por ciento" , e histograma donde se muestra el umbral de ruido a partir del cual se segmenta. La imagen de ruido empleando el "método de la derivada ". Así como un histograma donde se muestra el umbral de ruido seleccionado para segmentar y la imagen de ruido obtenida por el "método del por ciento más la derivada ", e histograma que muestra el umbral seleccionado para la segmentación.

La segmentación de imágenes médicas es un proceso crítico para la creación de modelos tridimensionales anatómicos. Sin embargo, es un desafío debido a factores como la complejidad de las formas anatómicas, artefactos de muestreo espacial y ruido, la eliminación de este es esencial para aislar correctamente la componente principal de la imagen. Existen propuestas de diversos métodos para mejorar la segmentación, asegurando que los contornos sean continuos y cerrados, evitando la sobre-segmentación, y manteniendo la independencia de la umbralización y un tiempo de procesamiento eficiente [18].

## 2 METODOLOGÍA

Mediante la metodología conocida para el procesamiento de imágenes médicas, especialmente para el análisis de radiografías, como primer paso se realizó la adquisición de imágenes. Para la recolección de datos y el preprocesamiento inicial. El segundo consiste en el preprocesamiento de imágenes para la corrección y normalización de la imagen. El tercero es la transformación de grises a color y filtrado de la imagen. Para el cuarto se realiza la segmentación y en quinto lugar se realiza la extracción de características y el análisis de las mismas.

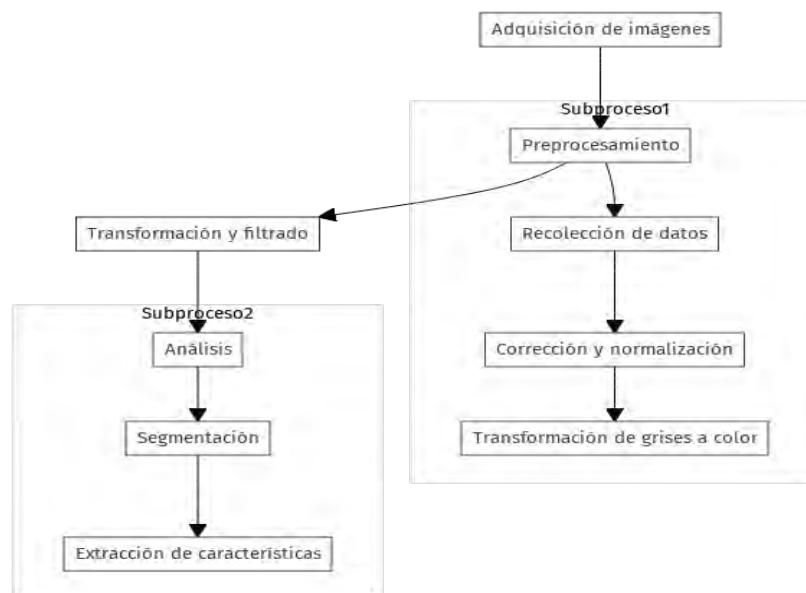


Figura 2. Fases del procesamiento de imágenes médicas aplicadas a radiografías.

Se utilizaron tres tipos de radiografías, clasificadas en tres grupos de control: negativas (radiografías de personas sanas, sin cáncer), probables (radiografías con algún padecimiento en la zona de los pulmones),

y positivas (radiografías con diagnóstico confirmado de cáncer de pulmón). Estas radiografías fueron obtenidas de repositorios de imágenes médicas de acceso libre, analizadas mediante herramientas de GIMP, (GNU Image Manipulation Program). Lo anterior, de acuerdo con [19] es un programa de edición de imágenes digitales gratuito y de código abierto para crear, editar y retocar imágenes en formato mapa de bits, ya sean dibujos o fotografías, tanto fijas como animadas, utilizado por cualquier sistema operativo de instalación sencilla, no requiere registro previo ni licencia para usarlo.

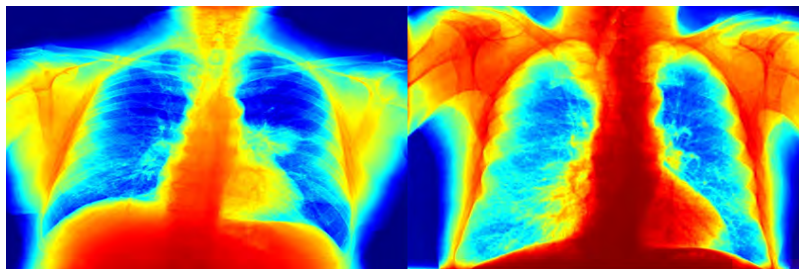
Para el procesamiento, se empleó Python como lenguaje de programación junto con las librerías numpy y matplotlib. Numpy se utilizó para manejar las matrices y operaciones numéricas esenciales, mientras que matplotlib se encargó de la visualización de los resultados, permitiendo graficar los datos obtenidos de las radiografías. Además, se utilizaron otras librerías como scipy para operaciones de filtrado y skimage (scikit-image) para procesamiento de imágenes avanzadas, como la segmentación y mejora de contraste. Estas herramientas permitieron realizar una serie de transformaciones y análisis de las imágenes, como la conversión de escala de grises a escala RGB, la aplicación de filtros de densidad de masa y la eliminación de artefactos no deseados, con el objetivo de obtener información más precisa y útil para el diagnóstico.

### 3 RESULTADOS

Para el procesamiento de las imágenes se realizó como primera técnica aplicada el filtrado por densidad de masa, que consiste en realizar una colorimetría en las radiografías. Se asignaron colores que van desde azul oscuro para las áreas más negras hasta rojo carmesí para las áreas más blancas en las radiografías originales. Para la edición de imágenes se utilizaron las herramientas de GIMP, y para el procesamiento se emplearon Python como lenguaje de programación junto con las librerías numpy y matplotlib.

Paso 1. colorimetría. El primer paso es la colorimetría de las imágenes (pasarlas de una escala de grises a una escala RGB), con esto obtenemos las siguientes imágenes. En el grupo de control positivo en las radiografías se puede observar como el área de los pulmones tiende a estar coloreada de una verde aguamarina a un rojo para las partes más densas del filtrado localizado como se observa en la Figura 3. El objetivo principal de esta técnica es mejorar la visualización y la interpretación de las radiografías, permitiendo una mejor diferenciación de las densidades de masa en los filtrados de la radiografía, lo que puede ser útil para identificar más fácilmente las áreas anómalas en los pulmones.

El primer paso crucial en la técnica de filtrado por densidad de masa es la transformación de las imágenes radiográficas de una escala de grises a una escala RGB, usando Python con las librerías numpy y matplotlib para este fin. Se realizó una transformación a escala RGB para convertir las imágenes originales en escala de grises a imágenes a color. En esta transformación, se asignaron colores específicos para representar diferentes densidades de masa: azul oscuro para las áreas menos densas, como el aire dentro de los pulmones, que aparecen oscuras en la radiografía; y rojo para las áreas más densas o blancas, como el tejido óseo, que en las radiografías suele ser translúcido o blanco. La aplicación de esta colorimetría resultó en imágenes como las que se muestran a continuación.



*Figura 3. Radiografías coloreadas de pacientes del grupo de control positivo.*

Por otro lado, en las imágenes del grupo de control de probables, se pueden observar áreas con una mayor o menor densidad representadas en verde aguamarina, así como zonas focalizadas en amarillo. Estas coloraciones pueden indicar la presencia y localización de posibles tumores, como se observa en la Figura 4.



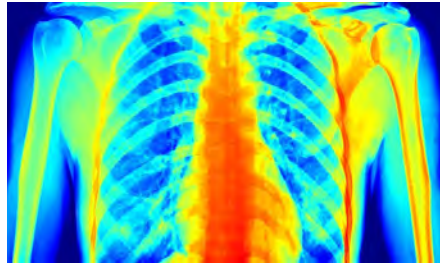


Figura 4. Radiografías coloreadas de pacientes del grupo de control probable.

En cambio, en las imágenes catalogadas como negativas, se observa una dominancia mucho mayor del color azul, lo que indica que los pulmones están sanos. El azul intenso representa el negro absoluto, que en los pulmones sanos corresponde al aire, el cual es invisible para los rayos X.

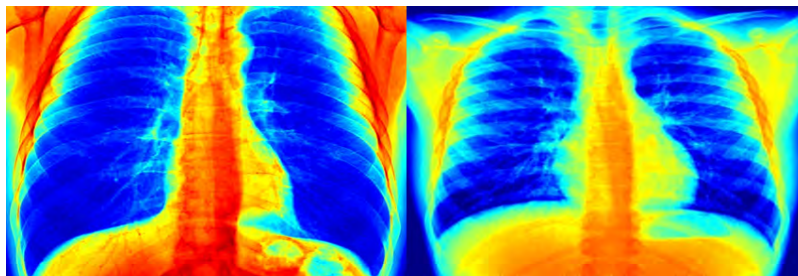


Figura 5. Radiografías coloreadas de pacientes del grupo de control negativo.

Paso 2. Consiste en eliminar las partes irrelevantes de la imagen para el estudio, enfocándose únicamente en la radiografía del grupo de control positivo. Dado que una radiografía de tórax no solo muestra los pulmones, sino también otras estructuras como los hombros, el esternón, parte del estómago, el cuello y las costillas, es crucial eliminar esta información adicional para clasificar correctamente las imágenes. Usando la herramienta de cubeta en GIMP, se pintará de negro las áreas no deseadas. Gracias a las propiedades de la imagen y sus diversos colores, la silueta de las costillas se preserva de manera sorprendente, facilitando la visualización de los pulmones.

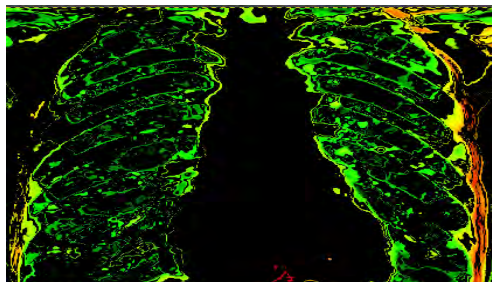
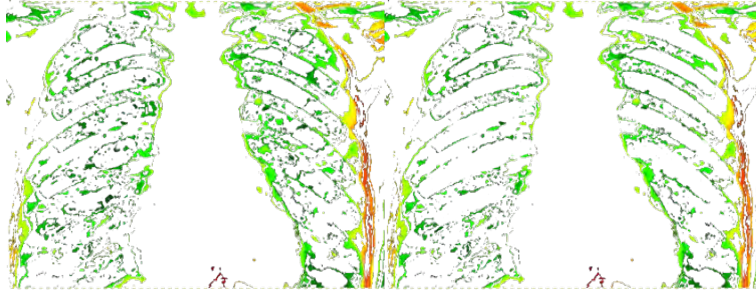


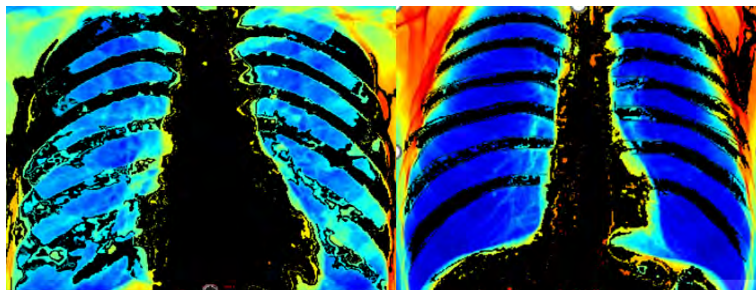
Figura 6. Radiografía del grupo de control positivo con reducción de ruido.

El siguiente paso es retirar el fondo negro de la imagen, lo cual se puede hacer utilizando GIMP u otra herramienta similar. Una vez eliminado el fondo, obtendremos una imagen translúcida. Sin embargo, la imagen aún puede contener partes no deseadas. Para resolver esto, se puede utilizar la herramienta de borrador en GIMP para eliminar todo lo que no representa las costillas, quedándonos con la imagen final limpia y adecuada para el análisis.



*Figura 7. Radiografías del grupo de control positivo con proceso de eliminación de ruido.*

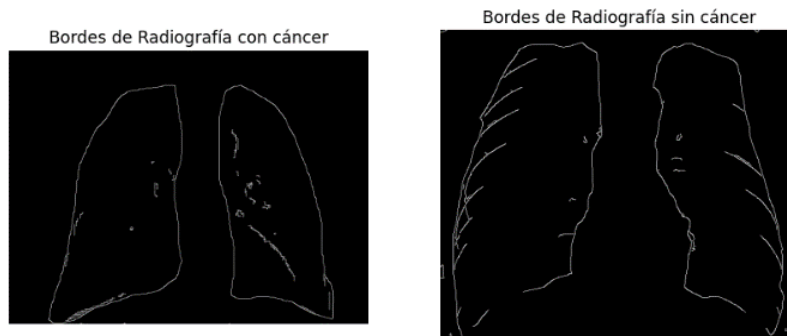
A su vez, se utiliza esta imagen para, con la ayuda de la herramienta de pincel de GIMP, eliminar las zonas de las costillas y el esternón, de modo que no se tomen en cuenta al momento de graficar. Este proceso se repetirá para cada imagen que se desee analizar.



*Figura 8. Radiografía filtrada para eliminación de ruido.*

La segmentación de imágenes es una técnica recurrente donde la imagen se divide en partes más pequeñas para analizarlas y lograr recolectar los datos de cada una. Esta técnica a su vez, permite analizar los pesos de los momentos de cada segmento de la imagen. Dentro del procesamiento de imágenes, los momentos son medidas estadísticas para describir características de la distribución de intensidades de los píxeles en una imagen. De esta forma los momentos centrales y normalizados brindan información referente a las transformaciones geométricas, como traslaciones y escalas.

Existen 3 tipos de momentos: espaciales; integrales ponderadas de la intensidad de los píxeles, en una imagen, proporcionan información sobre la distribución de los píxeles en términos de su posición absoluta en la imagen, centrales. Se calculan con respecto al centroide de la imagen y su traslación, lo que significa que no cambian si se traslada la imagen en el plano y normalizados. Los momentos centrales escalados que invariantes en la traslación como a la escala, proporcionan una medida robusta de la forma y la distribución de la intensidad de los píxeles en la imagen. El objetivo principal de la técnica es encontrar diferencias de pesos de los momentos para las radiografías de pulmones con cáncer de los que no lo tienen, diferencias que pueden ser útiles para etiquetar radiografías con cáncer y sin él. El primer paso es transformar la imagen para capturar la silueta de los pulmones y las estructuras dentro de él.



*Figura 9. Comparación de bordes en radiografías de pulmones con y sin cáncer.*

Cuando se extraen los bordes, se calculan los momentos de la imagen, lo que significa calcular los momentos espaciales, que son integrales ponderadas de la intensidad de los píxeles, y luego los momentos centrales, que se calculan con respecto al centroide de los bordes detectados. Desde los momentos calculados, se derivan características útiles para caracterizar objetos y regiones en la imagen, estas características pueden incluir el área, el perímetro, la compacidad, la circularidad.






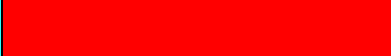
Por último, utilizando Python y matplotlib, se graficó la cantidad de cada color presente en las radiografías, expresada en porcentajes. Los resultados de la colorimetría de las imágenes se presentaron en gráficos. Donde, entre más azul sea el color menos denso es el tejido, entre más cerca del rojo el tejido es más denso, la gráfica muestra un resumen de todos los colores presentes en las tres radiografías procesadas de cada grupo de control.



Figura 10. Distribución de colores en radiografía de tórax procesada por grupo de control.

La tabla siguiente muestra los colores dominantes en cada una de las radiografías procesadas, como se puede observar en las gráficas anteriores, existe una diferencia de los colores dominantes y sus porcentajes en cada radiografía. Para los grupos de control positivo, probable y negativo, el color con mayor presencia es una tonalidad de color azul-verdoso, y el color con menor presencia es el rojo. Para las radiografías etiquetadas como posible cáncer, el color más dominante es azul-verdoso más intenso que el anterior y el de menor presencia es un amarillo, en esta ya no se presenta el color rojo. Por otra parte, para las radiografías etiquetadas como negativas el color con mayor dominancia es un azul ultramar y el de menor es una tonalidad de amarillo.

Tabla 1. Colorimetría en radiografías (grupos de control).

Grupo de Control	Color más dominante	Color menos dominante
Negativo		
Probable		
Positivo		

Para visualizar los resultados las gráficas han sido adaptadas para mostrar las tonalidades medias de los 5 colores más presentes en la imagen, por lo que la tonalidad de estos es un promedio de todos los colores presentes, pero es posible mostrar más colores para tener una representación más real, mismos que se visualizan en la siguiente imagen.

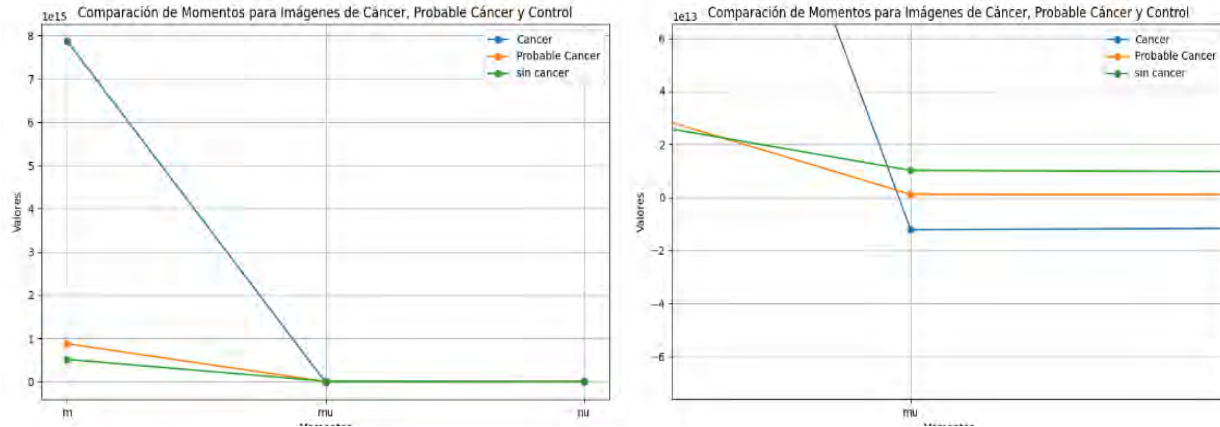


Figura 11. Representación promediada de los momentos de color en las imágenes analizadas.

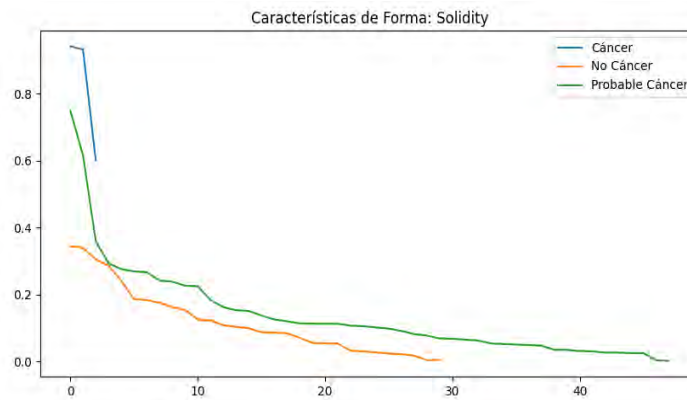


Figura 12. Análisis de momentos de color en las imágenes b.

En las gráficas anteriores se pueden percibir la diferencia entre los pesos de los momentos, para los cuales solo existen diferencias apreciables para los momentos  $m$  y  $\mu$ . Para los primeros las radiografías tienen notable diferencia, con una ganancia positiva, mientras que entre radiografías con posible cáncer y las que no lo tienen la diferencia es más pequeña en comparación, para los momentos  $\mu$  las diferencias son más pequeñas y equilibradas. Se observó que las radiografías sin cáncer las que obtienen un valor más alto, y las que sí tienen cáncer un menor valor, ahora en la gráfica de solidez el pulmón con cáncer al tener una cantidad mayor de filtrado provoca que obtengan un puntaje máximo más alto, mientras que los pulmones sanos se presentan huecos tienen el valor más bajo.

#### 4 CONCLUSIONES

Lo anterior permite determinar la importancia del procesamiento digital de imágenes en la detección temprana del cáncer de pulmón. Representa un enfoque que puede revolucionar la forma en que se diagnostica esta enfermedad, a través de las técnicas de colorimetría y segmentación empleadas. Se demostró que es posible mejorar la visualización y la interpretación de las radiografías, con el propósito de facilitar la identificación de áreas anómalas en los pulmones.

La implementación de herramientas como GIMP y lenguajes de programación como Python, junto con librerías especializadas permiten un análisis completo de las imágenes médicas, aunado a una optimización de la calidad de las imágenes coadyuvando a determinar los datos valiosos que pueden ser utilizados para entrenar modelos de aprendizaje automático. Con base en los resultados obtenidos, se vislumbra la posibilidad de desarrollar una red neuronal que, al ser alimentada con imágenes procesadas, pueda predecir la presencia de cáncer de pulmón en etapas tempranas. Esta innovación no solo podría

reducir significativamente los costos asociados a pruebas diagnósticas invasivas, sino que también permitiría a los pacientes recibir un tratamiento oportuno, mejorando así sus pronósticos determinados por los especialistas y calidad de vida.

Por último, el procesamiento de imágenes médicas y la integración de técnicas de minería de datos son pasos fundamentales hacia la creación de sistemas de diagnóstico más eficientes y accesibles. La investigación futura debe centrarse en la optimización de estos métodos y en la validación de modelos predictivos, con el objetivo de establecer un estándar en la detección temprana del cáncer de pulmón.

## REFERENCIAS

- [1] C. M. Vidal y S. Samtani, «Inhibidores del punto de control inmune en cáncer pulmonar de células no pequeñas en etapa temprana: ¿Nuevo estándar de tratamiento?,» *Revista Médica Clínica Las Condes*, 2024. [En línea]. Obtenido de URL: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-inhibidores-del-punto-control-inmune-S0716864024000245>. [Último acceso: 2024].
- [2] American Cancer Society, «Estadísticas importantes sobre el cáncer de pulmón,» American Cancer Society, Inc. , 2024. [En línea]. Obtenido de URL: <https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-pulmon/acerca/estadisticas-clave.html>. [Último acceso: 2024].
- [3] Comisión Nacional contra las Adicciones , «Tabaquismo y cáncer de pulmón,» Gobierno de México, 2020. [En línea]. Obtenido de URL: <https://www.gob.mx/salud/conadic/articulos/tabaquismo-y-cancer-de-pulmon>. [Último acceso: 2024].
- [4] Organización Mundial de la Salud, «Crece la carga mundial de cáncer en medio de una creciente necesidad de servicios,» Organización Mundial de la Salud, 2024. [En línea]. Obtenido de URL: [https://www.who.int/es/news/item/01-02-2024-global-cancer-burden-growing--amidst-mounting-need-for-services#:~:text=El%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n%20fue%20la%20principal%20causa%20de%20muerte,el%20c%C3%A1ncer%20de%20est%C3%B3mago%20\(660](https://www.who.int/es/news/item/01-02-2024-global-cancer-burden-growing--amidst-mounting-need-for-services#:~:text=El%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n%20fue%20la%20principal%20causa%20de%20muerte,el%20c%C3%A1ncer%20de%20est%C3%B3mago%20(660). [Último acceso: 2024].
- [5] World Economic Forum, «La carga mundial de cáncer va en aumento: esto es lo que hay que hacer,» *AGENDA GLOBAL*, 2024. [En línea]. Obtenido de URL: <https://es.weforum.org/agenda/2024/03/la-carga-mundial-de-cancer-va-en-aumento-esto-es-lo-que-hay-que-hacer/>. [Último acceso: 2024].
- [6] Secretaría de Salud, «Mayoría de los casos de cáncer de pulmón se relaciona con consumo de tabaco,» Gobierno de México, 2024. [En línea]. Obtenido de URL: <https://www.gob.mx/salud/prensa/137-mayoria-de-los-casos-de-cancer-de-pulmon-se-relaciona-con-consumo-de-tabaco?idiom=es>. [Último acceso: 2024].
- [7] Instituto Nacional de Salud Pública, «México frente al cáncer de pulmón,» Instituto Nacional de Salud Pública, 2021. [En línea]. Obtenido de URL: <https://www.insp.mx/avisos/mexico-frente-al-cancer-de-pulmon>. [Último acceso: 2024].
- [8] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, «ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA MUNDIAL CONTRA EL CÁNCER,» Datos Nacionales, 2024. [En línea]. Obtenido de URL: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP\\_CANCER24.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP_CANCER24.pdf). [Último acceso: 2024].
- [9] P. M. Rodríguez, «Cáncer de Pulmón,» *Clinica Universidad de Navarra*, 2023. [En línea]. Available: <https://cancercenter.cun.es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-pulmon>. [Último acceso: 2024].
- [10] Departamento de Salud y Servicios Humanos, «Exámenes de detección del cáncer de pulmón,» Instituto Nacional de Cáncer, 2024. [En línea]. Obtenido de URL: <https://www.cancer.gov/espanol/tipos/pulmon/paciente/deteccion-pulmon->



# SISTEMA ARTIFICIAL NO IONIZANTE PARA EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA DE TABACO

Dany Iván Martínez de la Cruz<sup>1</sup>, Raúl Hernández Rivera<sup>1</sup>, Eduardo Hu Flores<sup>1</sup>,  
Leodegario Gonzalo Aguilera Hernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Tecnologico Nacional de México - ITS de Tantoyuca (MEXICO)*

## Resumen

En el presente documento se describe el diseño e implementa un sistema artificial no ionizante para el crecimiento de la planta de tabaco. El sistema artificial no ionizante consiste en un diseño eléctrico y un diseño mecánico. Respecto al diseño eléctrico se tienen los siguientes elementos que lo conforman: tarjeta electrónica Arduino Uno, diodo led blanco, diodo led de espectro completo, ventilador, relevadores y un disipador de calor. En la parte mecánica se incluye un diseño en SolidWorks y la implementación de un prototipo construido con perfiles de acero. Se realizan mediciones del crecimiento de la planta de tabaco del sistema artificial en comparación con las plantas de tabaco cultivadas en el medio ambiente, donde se observa que las plantas de tabaco cultivadas en el sistema artificial muestran resultados favorables.

Palabras clave: Arduino uno, diseño eléctrico, diseño mecánico, tabaco.

## Abstract

This document describes the design and implementation of a non-ionizing artificial system for tobacco plant growth. The artificial non-ionizing system consists of an electrical design and a mechanical design. Regarding the electrical design, the following elements are included: Arduino Uno electronic board, white LED diode, full spectrum LED diode, fan, relays, and a heat sink. The mechanical part includes a design in SolidWorks and the implementation of a prototype built with steel profiles. Measurements are made of the growth of the tobacco plant in the artificial system in comparison with the tobacco plants grown in the environment, where it is observed that the tobacco plants grown in the artificial system show favorable results.

Keywords: Arduino uno, electric design, mechanical design, tobacco.

## 1 INTRODUCCIÓN

Con la constante búsqueda de una vida mejor por parte de las personas, los problemas de crecimiento de población, los problemas alimentarios y los problemas de salud se están volviendo cada vez más preponderantes, lo que acelera el desarrollo de la tecnología [1]. Con el crecimiento de la población, uno de los principales problemas que se deben resolver es la producción agrícola [2]. Mejorar la eficiencia y la calidad en las actividades agrícolas es una razón importante para desarrollar tecnología que apoye la agricultura, como el procesamiento de imágenes, el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial, el Big Data y la iluminación artificial [3].

La tecnología de iluminación se ha desarrollado para su uso en edificios residenciales y de oficinas. La investigación sobre cómo utilizar la iluminación artificial en la producción de plantas y la ganadería ha ido en aumento durante las últimas décadas. En el ámbito de la horticultura interior, se ha estudiado el uso de la iluminación para mejorar el crecimiento de las plantas utilizando diferentes proporciones de longitudes de onda de luz e intensidades lumínicas en diferentes especies de plantas. Los estudios han demostrado que los resultados de crecimiento fueron diferentes dependiendo de las especies de plantas, incluso cuando se utilizaron tratamientos de luz similares [4].

La luz es un regulador ambiental importante de diversos procesos de crecimiento y desarrollo en las plantas. Sin embargo, los mecanismos por los cuales la calidad de la luz regula el crecimiento de las raíces son poco comprendidos. Se analizó el crecimiento de raíces laterales (RL) de plántulas de tabaco en

respuesta a tres tipos de tipos de luz (roja, blanca y azul). Los resultados obtenidos sugieren que estos tres tipos de cualidades de luz regulan la formación de raíces laterales en plántulas de tabaco a través de la modificación del transporte polar de auxina [5].

La instrumentación y automatización juegan un papel importante en la agricultura de precisión, como el diseño de un sistema de iluminación inteligente con el objetivo de lograr una alta eficiencia energética en la iluminación suplementaria de invernaderos, basado en la tecnología del Internet de las Cosas (IoT) [4]. Este sistema contiene el sistema operativo Raspbian que interactúa con luminarias de diodos emisores de luz (LED) para el crecimiento de plantas, un servidor de datos en línea y diferentes sensores de luz, incluidos sensores RGB y cuánticos. El sistema implementa un controlador de retroalimentación que ajusta automáticamente los niveles de atenuación de la luz y, en particular, la proporción de intensidades de luz roja y azul según las necesidades de las plantas, el cual logra ahorros de energía de hasta el 34%, en comparación con un esquema de programación temporal convencional. Se propone un sistema de iluminación automática con diodos emisores de luz (LED) para fábricas de plantas [6]. El método de operación comprende la detección de la fuente de luz a través de un fotodiodo CdS y el envío del valor obtenido de la intensidad de la luz al microcontrolador dsPIC30F4011. Este chip único almacena el valor digital en el registro interno de modulación por ancho de pulso (PWM) y lo envía al circuito de atenuación para lograr el efecto de atenuación automática.

El uso de trampas de luz para atraer insectos que no son eliminados por pesticidas, utiliza energía solar para alimentar las luces, utilizando Diodos Emisores de Luz (LEDs) Ultravioleta (UV) y de alto brillo blanco. Aquí, la luz está compuesta por dos tipos diferentes de LED: se utilizan LED UV y LED blancos de alta luminosidad, y la luz se controla automáticamente para atraer más tipos de insectos activándose en una tanda tras otra con un retraso de 5 minutos entre cada una [7]. Se crea un prototipo de iluminación artificial para apoyar el cultivo de Pakcoy en etapas tempranas derivado de las lluvias intensas en la region, el cual se utiliza para observar el impacto de la iluminación artificial. Este trabajo muestra que la planta de Pakcoy presenta un crecimiento significativo bajo luz artificial teniendo los siguientes resultados: un incremento de 2 a 4 hojas, un incremento de altura de 1.5cm a 5cm y de 18 semillas sembradas crecen 10 semillas en comparación con una planta que se encuentra en una habitación con poca luz [8].

El método de análisis de señales eléctricas de las plantas discute la relación entre el cambio en las señales eléctricas de las plantas, el entorno y el estado de crecimiento. Se utiliza el aloe vera como objeto experimental para predecir y evaluar el cambio de la intensidad, solo se modifica la intensidad de la luz, y la recolección se lleva a cabo bajo los tres niveles de luz del 0%, 50% y 100%. Se establece el sitio de datos FTP para los tres tipos de señales eléctricas recopiladas. Se adopta el sistema operativo en tiempo real RT-Thread para la programación modular y se utiliza el protocolo de transmisión MQTT para realizar la interacción de datos entre la plataforma de hardware embebido y la plataforma de Internet de las Cosas de Ali Cloud [2].

Por último se presenta el diseño y la implementación de un sistema mecatrónico, mediante el cual se pueden realizar automáticamente los tratamientos de deshoje y desbrote de la planta de tabaco. El sistema mecatrónico y su equipo auxiliar fueron montados en una plataforma móvil de tres ruedas, el cual incluye una unidad superior, un rociador de alta precisión y una guía metálica bifurcada diseñada para mantener las plantas en posición vertical [9].

Derivado de las investigaciones antes mencionados y las aplicaciones de la radiación no ionizante, el objetivo del presente trabajo es el diseño y la implementación de un sistema artificial no ionizante para el crecimiento de la planta de tabaco, el cual consiste de un diseño eléctrico y de un diseño mecánico.

## 2 METODOLOGÍA

Para la realización del sistema artificial no ionizante y la evaluación de crecimiento de las plantas de tabaco se realizó con base al esquema de la Figura 1.

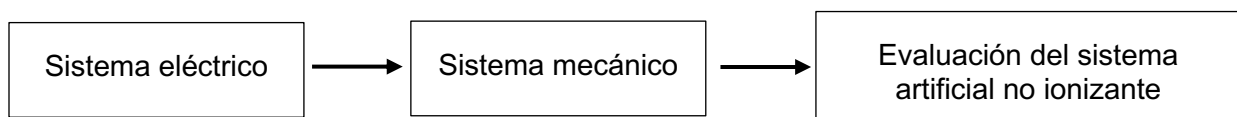


Figura 1. Diagrama general.



## 2.1 Diseño eléctrico

### 2.1.1 Componentes eléctricos.

Los componentes eléctricos que se utilizaron para realizar el sistema artificial no ionizante son: dos diodos leds, uno de espectro blanco 6500 y otro de espectro completo, una tarjeta electrónica Arduino Uno como etapa de control por su fácil acceso y bajo costo, también se utilizaron dos actuadores para el accionamiento de cada diodo led, un disipador de aluminio y un ventilador para disipar el calor, ver Figura 2.

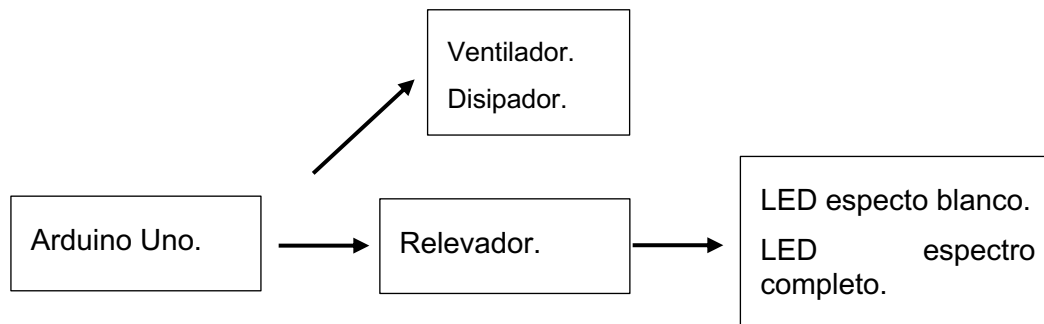


Figura 2. Esquema eléctrico del sistema de radiación no ionizante.

La programación en la tarjeta Arduino Uno consistió en el encendido de los diodos LED por 12 horas y 12 horas apagados. El esquemático eléctrico se muestra en la Figura 3.

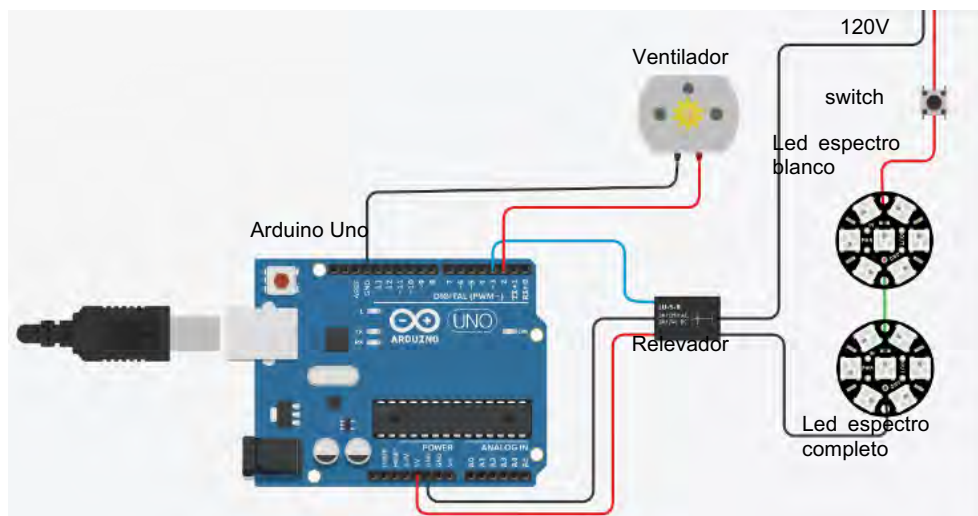
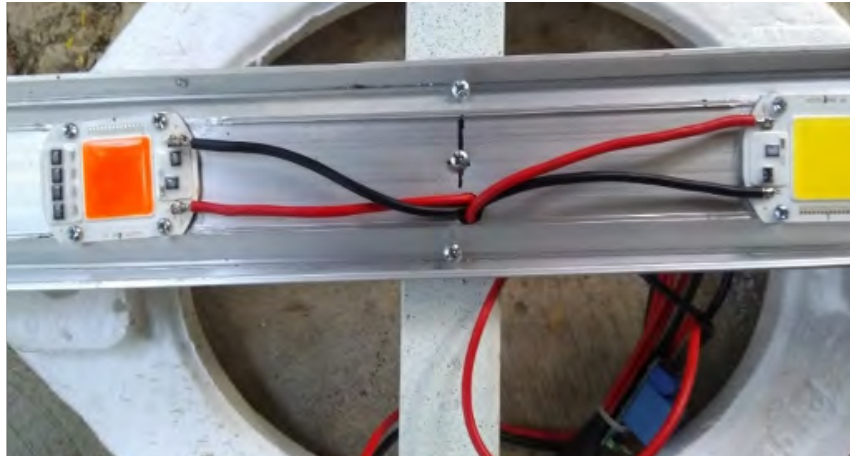


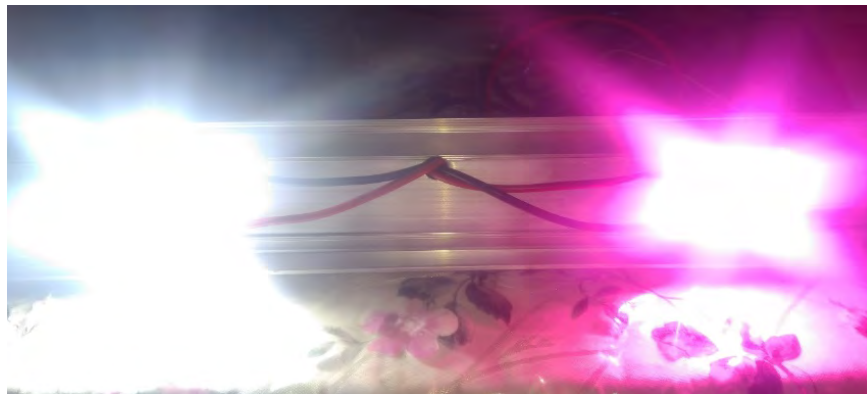
Figura 2. Esquema eléctrico.

La Figura 4 muestra la instalación eléctrica de los diodos LED en la barra de aluminio, el cual ayudará a disipar el calor generado.



*Figura 3. Instalación de los diodos LED.*

La Figura 5 muestra el encendido de los diodos LED, de espectro blanco y de espectro completo fijados al disipador de calor cuando son energizados a 120V.



*Figura 4. Diodo LED blanco y diodo LED de espectro completo energizados.*

## **2.2 Diseño mecánico**

### *2.2.1 Componentes mecánicos*

El componente mecánico principal fue el diseño de un cubo en el software SolidWorks. Las medidas del cubo son 68 centímetros de largo x 68 centímetros de ancho x 68 centímetros de alto, ver Figura 6.

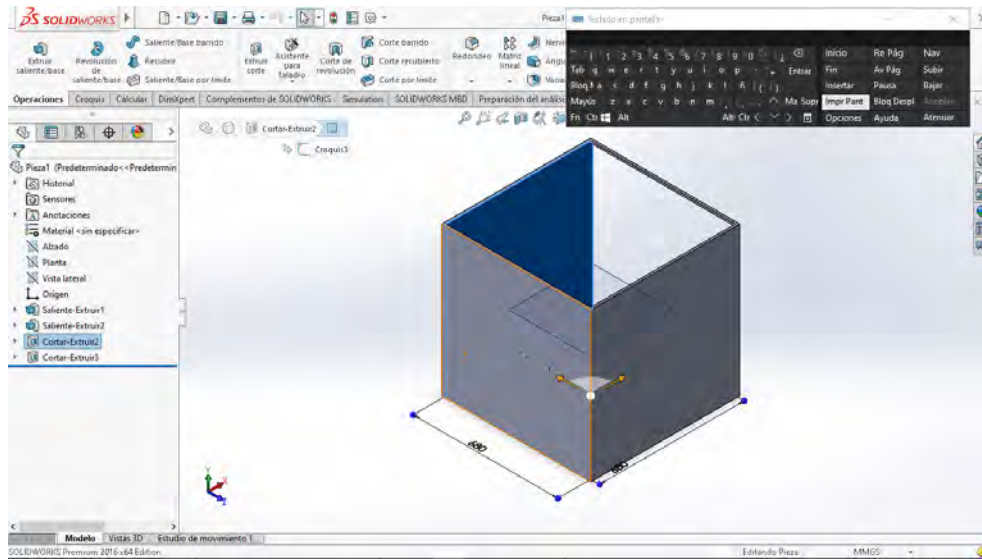


Figura 5. Diseño de la estructura en SolidWorks.

La Figura 7 muestra el prototipo físico del sistema artificial no ionizante. Se observa la estructura mecánica con perfiles de acero, los diodos LED en la parte superior, tres plántulas de tabaco donde se van a realizar pruebas de crecimiento y el nylon de color negro para evitar la luz del medio ambiente.



Figura 6. Prototipo físico con las plantulas de tabaco.

### 2.3 Evaluación del sistema artificial no ionizante

La Figura 8 muestra las 6 planta de tabaco que se analizaron para la prueba de crecimiento, de los cuales, 3 plantas van dentro del sistema artificial no ionizante, mientras que las otras 3 plantas van en el medio ambiente. Las pruebas de crecimiento se realizaron durante 4 semanas.



Figura 7. Plantas de tabaco.

El siguiente paso fue medir los parámetros que se consideraron en cada planta, los cuales se muestran en la Figura 9.

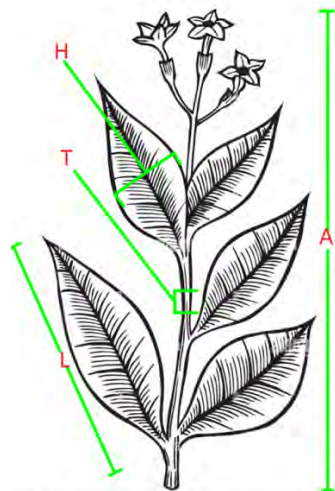


Figura 8. Características para la medición.

Los parámetros a medir son: anchura total de la hoja (H), grosor total del tallo (T), altura total de la planta (A) y longitud total de la hoja (L).

La Figura 10 muestra el esquema que se realizó para la obtención de las mediciones. Las plantas (A, B, C) emplearon radiación natural del medio ambiente y las plantas (D, E, F) emplearon radiación artificial.

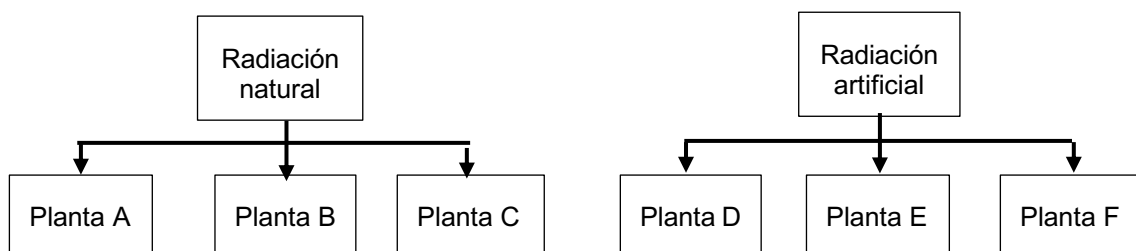


Figura 9. Esquema de las mediciones a tomar.

La Figura 11 muestra una prueba de medición de los parámetros para cada planta utilizando el instrumento de medición vernier.



Figura 10. Medición de una planta de tabaco.

Las mediciones se realizaron en un tiempo de 4 semanas, en donde no se utilizaron productos químicos de ningún tipo, ni abonos adicionales, de manera que la comparativa final es resultado únicamente de la relación entre el proceso fotoquímico de las plantas y la radiación electromagnética en estado visible.

### 3 RESULTADOS

La figura 12 muestra la primera característica de medición en centímetros, el ancho de la hoja de las seis plantas. Para diferenciar los datos obtenidos, las plantas A, B y C están de color gris, mientras que las plantas D, E y F de color negro haciendo relación al sistema artificial.

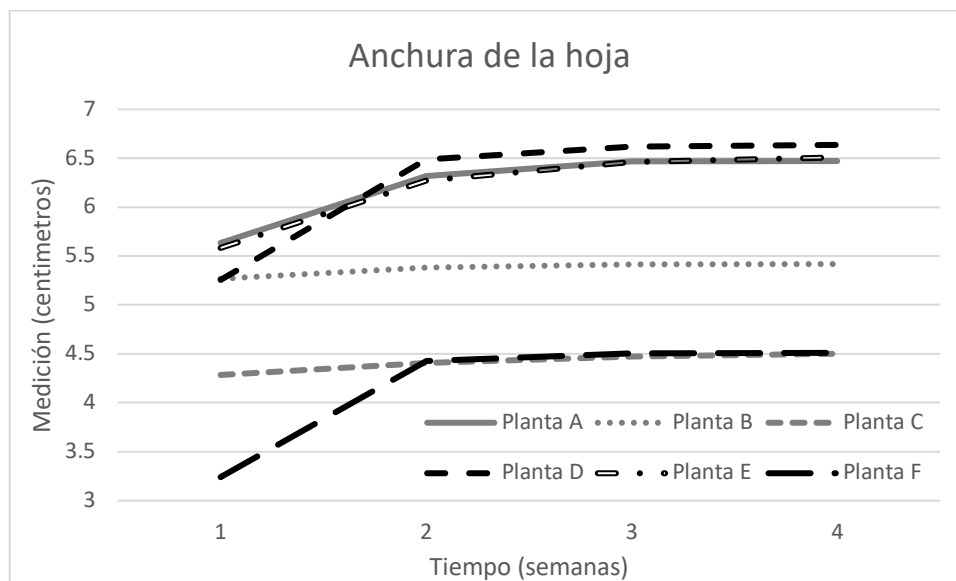


Figura 11. Medición del ancho de la hoja.

De la figura 12 se observa que la planta E y la planta F tuvieron un incremento considerable respecto a las plantas A, B y C. La figura 13 muestra el grosor de la hoja en las seis plantas.

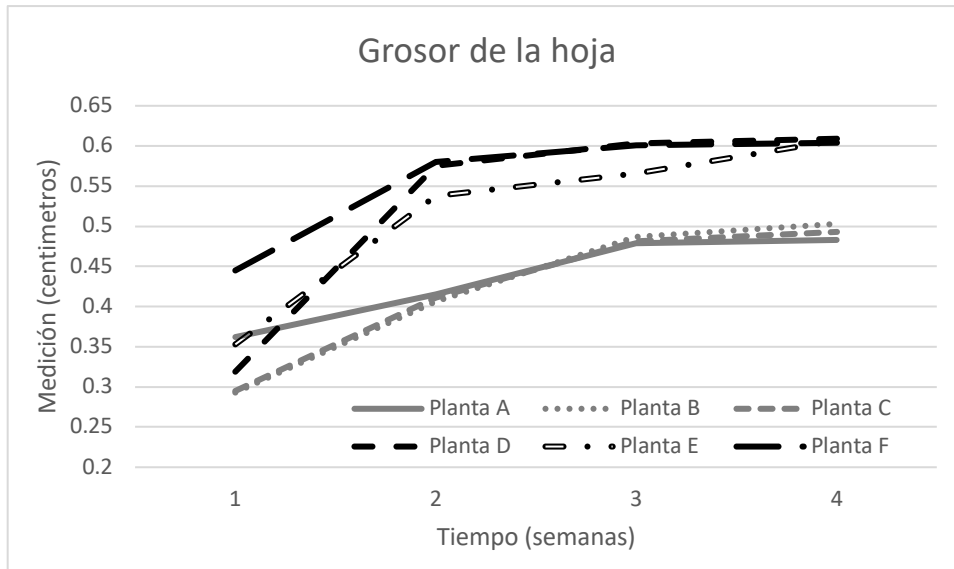


Figura 12. Medición del grosor de la hoja.

De la figura 13 se observa que el grosor de la hoja fue más notorio en las plantas D, E y F respecto a las plantas A, B y C. La figura 14 muestra la altura total de la planta en las seis plantas.

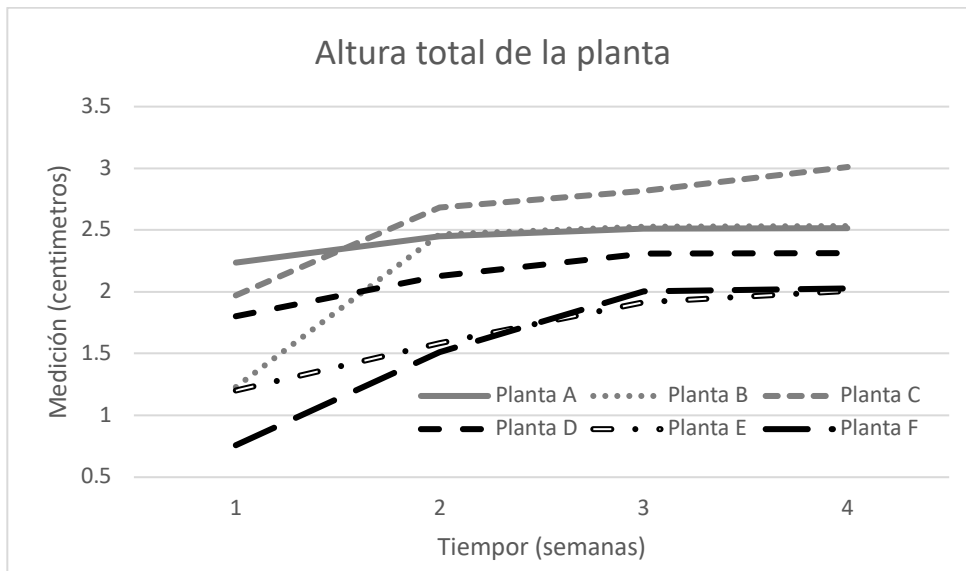


Figura 13. Medición de la altura de la planta.

De la figura 14 se observa que, respecto a la altura de la planta, las plantas A, B y C tuvieron un crecimiento mayor respecto a las plantas D, E y F. La figura 15 muestra la longitud de la hoja de las seis plantas.

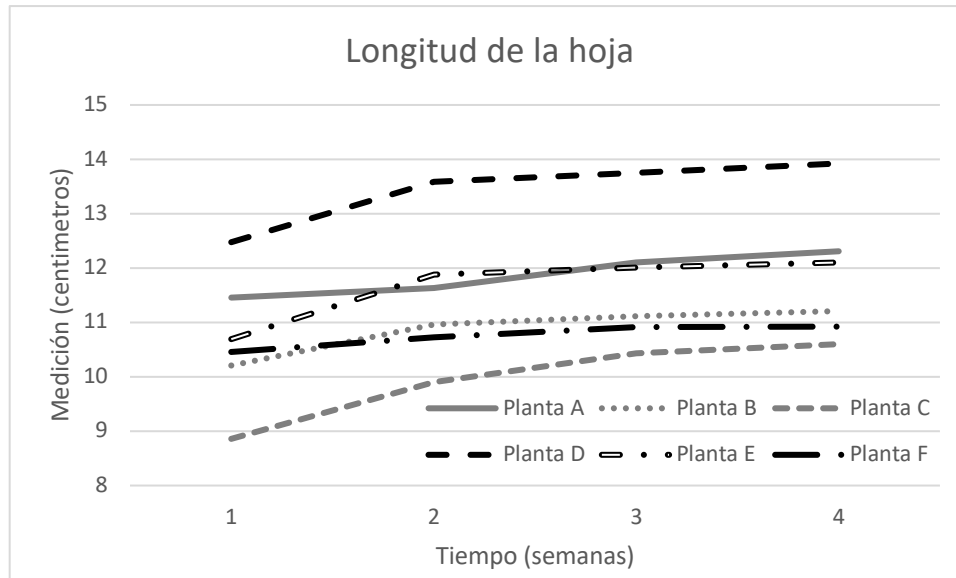


Figura 14. Medición de la longitud de la hoja.

De la figura 15 se observa que la longitud de la hoja fue mucho mayor en la planta D respecto al resto de las plantas.

#### 4 CONCLUSIONES

El diseño mecánico mediante software es una herramienta interesante ya que permite mostrar el boceto o previsualización de cualquier prototipo, lo cual ayuda mucho en la parte de diseño de piezas.

Respecto al análisis de las figuras 12, 13, 14 y 15 se observa que las plantas de tabaco del sistema artificial presentaron mayor anchura de hoja, mayor grosor de hoja y mayor longitud de hoja mientras que las plantas de luz natural mostraron mayor altura. De esto se puede concluir que las plantas con el sistema artificial tuvieron resultados más favorables respecto a las plantas de tabaco de luz natural. Otro punto a considerar es que las plantas de tabaco del sistema artificial no adquirieron plagas durante la etapa de medición, a diferencia de las plantas de tabaco de luz natural.

Los trabajos a futuros consistirán en el desarrollo de un diseño eléctrico mejorado, controlando la intensidad de luz, y un diseño mecánico en forma de anaqueles para realizar el análisis de más plantas de tabaco en un periodo de tiempo mayor.

#### REFERENCIAS

- [1] Z. Yang and F. Gao, "Design and Implementation of a Smart Factory System Based on 5G and IoT Technology," in 2023 International Conference on Network, Multimedia and Information Technology (NMITCON), Bengaluru, India: IEEE, Sep. 2023, pp. 1–5. doi: 10.1109/NMITCON58196.2023.10276253.
- [2] S. Hou, L. Tian, M. Li, J. Liu, X. Cui, and H. Han, "An embedded system for evaluating plant growth based on plant electrical signals," in 2023 IEEE 3rd International Conference on Information Technology, Big Data and Artificial Intelligence (ICIBA), Chongqing, China: IEEE, May 2023, pp. 823–828. doi: 10.1109/ICIBA56860.2023.10165251.
- [3] K.-F. Liao and W. Ro-Min, "Implementation of the LED Light Source System as a Smart Plant Factory," in 2021 IEEE International Future Energy Electronics Conference (IFEEEC), Taipei, Taiwan: IEEE, Nov. 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/IFEEEC53238.2021.9661774.

- [4] School of Mechatronic Systems Engineering, Simon Fraser University, BC, Canada, J. Jiang, M. Moallem, School of Mechatronic Systems Engineering, Simon Fraser University, BC, Canada, Y. Zheng, and School of Environmental Sciences, University of Guelph, ON, Canada, “An Intelligent IoT-enabled Lighting System for Energy-efficient Crop Production,” *J. Daylighting*, vol. 8, no. 1, pp. 86–99, Feb. 2021, doi: 10.15627/jd.2021.6.
- [5] L. Meng et al., “Light Quality Regulates Lateral Root Development in Tobacco Seedlings by Shifting Auxin Distributions,” *J. Plant Growth Regul.*, vol. 34, no. 3, pp. 574–583, Sep. 2015, doi: 10.1007/s00344-015-9491-z.
- [6] Y.-E. Wu, “Design and Implementation of an LED Automatic Lighting System for Plant Factories,” *IEEE Photonics J.*, vol. 13, no. 4, pp. 1–9, Aug. 2021, doi: 10.1109/JPHOT.2021.3094361.
- [7] K. Varshini, N. Swathi, M. S. Reddy, and J. S. Priyanka, “Microcontroller based Smart Agriculture System,” in *2022 6th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology*, Coimbatore, India: IEEE, Dec. 2022, pp. 316–320. doi: 10.1109/ICECA55336.2022.10009361.
- [8] M. A. Afandi, I. Hikmah, and C. Agustinah, “Microcontroller-based Artificial Lighting to Help Growth the Seedling Pakcoy,” *J. Nas. Tek. ELEKTRO*, vol. 10, no. 3, Nov. 2021, doi: 10.25077/jnte.v10n3.943.2021.
- [9] I. Gravalos, N. Ziakas, S. Loutridis, and T. Gialamas, “A mechatronic system for automated topping and suckering of tobacco plants,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 166, p. 104986, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.compag.2019.104986.



# SOPORT V.1.0., TECNOLOGÍA ROBÓTICA APLICADA A LA TERAPIA FÍSICA

Juan Carlos Ojeda Alarcón<sup>1</sup>, Ángel González Navarrete<sup>1</sup>, Diego de Jesús Hernández Valverde<sup>1</sup>, Dalia Patricia Ramírez Vargas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Occidente Unidad Regional Mazatlán, Sinaloa (MÉXICO)

## Resumen

SOPORT v.1.0., está diseñado para ayudar a que el paciente pueda realizar ejercicios pasivos de brazo para pacientes con accidente cerebro vascular o lesión en brazos, este dispositivo se presenta como una herramienta innovadora para la rehabilitación física de personas con limitaciones de movilidad en los brazos debido a accidentes cerebro-vasculares o lesiones físicas. Este soporte automatizado permite al paciente realizar ejercicios pasivos con precisión, lo que facilita la rehabilitación neuromuscular al promover la neuroplasticidad, el proceso mediante el cual el cerebro forma nuevas conexiones neuronales. El sistema está basado en tecnología Arduino, lo que permite personalizar las rutinas de terapia en términos de tiempo, flexibilidad, velocidad y repetición de los movimientos, mejorando significativamente la calidad de vida del paciente y su proceso de recuperación.

Este tipo de tecnología contribuye no solo al bienestar del paciente, sino también al trabajo de fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y familiares, quienes pueden emplear SOPORT v.1.0 como un recurso adicional para optimizar la rehabilitación en casa o en centros médicos.

Palabras clave: Arduino, automatización, rehabilitación, tecnología, terapia.

## Abstract

SOPORT v.1.0 is designed to help patients perform passive arm exercises for stroke or arm injury patients. This device is presented as an innovative tool for physical rehabilitation of people with limited mobility in their arms due to stroke or physical injury. This automated support allows the patient to perform passive exercises with precision, facilitating neuromuscular rehabilitation by promoting neuroplasticity, the process by which the brain forms new neural connections. The system is based on Arduino technology, which allows therapy routines to be customized in terms of time, flexibility, speed and repetition of movements, significantly improving the patient's quality of life and recovery process.

This type of technology contributes not only to the well-being of the patient, but also to the work of physical therapists, occupational therapists and family therapists, who can use SOPORT v.1.0 as an additional resource to optimize rehabilitation at home or in medical centers.

Keywords: Technology, arduino, rehabilitation, automation, therapy.

## 1 INTRODUCCIÓN

Con los avances tecnológicos actuales, es crucial desarrollar dispositivos que puedan asistir tanto a pacientes como a profesionales de la salud. SOPORT v.1.0 se creó bajo esta premisa, proporcionando una herramienta automatizada para realizar ejercicios pasivos de rehabilitación del brazo, esenciales para pacientes con lesiones o problemas cerebrovasculares.

SOPORT v.1.0., consiste en un proyecto que está diseñado para ser una herramienta electrónica que pueda ser un apoyo en terapias de rehabilitación para personas con problemas de movimiento o lesiones físicas en sus brazos, está integrado por un soporte para el brazo en rehabilitación el cual es usado para dar terapias usando arduino para la automatización del soporte con las rutinas que el usuario requiera.

El soporte de brazo busca ayudar a los enfermos a realizar los ejercicios que se requieren en su rehabilitación, el soporte puede ser programado conforme se requiera con movimientos flexibles de los

brazos, se puede regular el tiempo del ejercicio, grado de flexibilidad necesario, velocidad de la rutina, la automatización de las terapias permitirán al enfermo realizar de manera más segura y cómodos sus ejercicios logrando con ello una mejora de salud en menos tiempo [1].

**SOPORT v.1.0.**, está diseñado para ayudar a que el paciente pueda realizar ejercicios pasivos de brazo para pacientes con accidente cerebro vascular o lesión en brazos.

## 2 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación se siguió la siguiente metodología de trabajo con la finalidad de establecer una línea de acción que fuera clara y comprensible para todas las personas interesadas en el tema.

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 *Objetivo General*

Crear un prototipo electrónico que pueda ayudar a las personas con problemas en sus brazos a realizar algunos ejercicios básicos para la rehabilitación de sus miembros dañados, siendo además una herramienta auxiliar para terapia física del brazo.

#### 2.1.2 *Objetivos Específicos*

- Desarrollar un prototipo para la rehabilitación de los brazos.
- Ayudar a las personas con problemas de movimiento en sus brazos.
- Crear una herramienta que pueda ser de utilidad para las personas con discapacidad motriz para llevar a cabo sus terapias.
- Crear una herramienta para médicos, terapeutas y cualquier persona que ocupe dar o tomar terapia mediante ejercicios de sus brazos con problemas de movilidad.

El uso de tecnologías avanzadas en la medicina es una realidad en constante evolución. SOPORT v.1.0 se enmarca en esta tendencia, utilizando robótica y automatización para mejorar la rehabilitación física. Tecnologías como la robótica y el análisis de movimiento están revolucionando la rehabilitación, proporcionando herramientas más eficaces y personalizadas.

El dispositivo SOPORT v.1.0 es una herramienta electrónica integrada por tecnología de punta, a continuación se menciona como está conformado y como funciona.

### 2.2 Componentes principales

- Soporte para el Brazo: Este consiste en una estructura de madera que se sujeta al brazo del paciente, permitiendo realizar movimientos controlados y seguros.
- Placa Arduino: Es un microcontrolador cuya función radica en automatizar el soporte del brazo, programando las rutinas de ejercicios necesarias para cada paciente.
- Sensores y Actuadores: Son los encargados de accionar la estructura mediante las ordenes de arduino, los sensores son los que monitorean el movimiento y los actuadores son los que ejecutan los movimientos programados.

### 2.3 Funcionamiento

**Programación de Ejercicios:** El dispositivo se programa a través de arduino con diferentes rutinas de ejercicios pasivos, que son esenciales para la rehabilitación de pacientes con parálisis de brazo o lesiones.

**Automatización:** Utilizando el Arduino, los sensores y los actuadores el dispositivo controla los movimientos del brazo, ajustando parámetros como el tiempo de ejercicio, el grado de flexibilidad y la velocidad de la rutina.

**Ejercicio Pasivo:** El dispositivo ayuda al paciente a realizar movimientos pasivos, es decir, movimientos en los que el paciente no necesita hacer esfuerzo activo, entre las rutinas más importantes en las que es útil Soport están la de flexión y extensión de codo pero sin olvidar que dichas rutinas las determina el médico del paciente. Estos movimientos ayudan a estimular el cerebro y activar la neuroplasticidad, lo que es crucial para la recuperación de la movilidad, estos ejercicios son determinados por los médicos y terapeutas del paciente.

**Seguridad y Comodidad:** La automatización permite que los ejercicios se realicen de manera segura y cómoda, reduciendo el riesgo de lesiones adicionales y mejorando la eficacia de la terapia, gracias al diseño de Soport es posible que el paciente lo adquiera y así poder tomar las terapias en casa.

## 2.4 Beneficios

**Rehabilitación Eficaz:** Ayuda a los pacientes a realizar los ejercicios necesarios para que su recuperación se realice de manera más eficiente.

**Independencia:** Reduce la necesidad de asistencia constante de terapeutas o familiares, incluso como ya se menciona por la portabilidad de Soport puede usarse en cualquier lugar sin problema, esto da la posibilidad de usarlo en casa y así poder tomar la rehabilitación de forma más frecuente.

**Personalización:** Los ejercicios pueden ser ajustados según las necesidades específicas del paciente, mejorando la personalización del tratamiento, esta es una de las principales ventajas que ofrece Soport.

## 2.5 Enfermedades en las que se puede usar como apoyo para terapias

**Accidente Cerebrovascular:** En esta ayuda a pacientes que han sufrido un accidente cerebro-vascular a recuperar la movilidad del brazo afectado.

**Lesiones Físicas:** Es útil para personas con lesiones en los brazos que requieren rehabilitación constante.

**Terapia Física:** Aquí sirve como una herramienta auxiliar para terapeutas y médicos en la administración de terapias de rehabilitación.

## 2.6 Sensores utilizados

El dispositivo **SOPORT v.1.0** utiliza varios tipos de sensores para asegurar que los ejercicios de rehabilitación se realicen de manera precisa y segura, a continuación se describe el uso que se le da:

### 2.6.1 Tipos de sensores

#### **Sensores de Movimiento (Acelerómetros y Giroscopios):**

- **Función:** Miden la aceleración y la orientación del brazo en movimiento.
- **Aplicación:** Ayudan a monitorear y ajustar los movimientos del brazo, asegurando que se realicen dentro de los rangos establecidos y con la velocidad adecuada.

#### **Sensores de Fuerza:**

- **Función:** Detectan la cantidad de fuerza aplicada por el brazo del paciente.
- **Aplicación:** Permiten ajustar la resistencia y asegurar que el paciente no esté ejerciendo demasiada fuerza, lo que podría causar lesiones.

#### **Sensores de Posición (Encoders):**

- **Función:** Miden la posición angular del brazo.
- **Aplicación:** Garantizan que el brazo se mueva a las posiciones correctas durante los ejercicios, proporcionando datos precisos sobre el rango de movimiento.

#### **Sensores de Presión:**

- **Función:** Miden la presión ejercida sobre el soporte del brazo.

- **Aplicación:** Aseguran que el soporte esté ajustado de manera cómoda y segura, evitando puntos de presión que puedan causar incomodidad o daño.

Estos sensores reciben las instrucciones a través del sistema controlado por Arduino, el cual que procesa los datos en tiempo real para ajustar los movimientos del brazo según las necesidades del paciente. La combinación de estos sensores permite que SOPORT v.1.0 ofrezca una terapia de rehabilitación personalizada, segura y efectiva.

### 2.6.2 Beneficios de los Sensores

- **Precisión:** Los sensores proporcionan datos precisos sobre los movimientos y la fuerza aplicada, lo que mejora la eficacia de la terapia.
- **Seguridad:** Monitorean continuamente las condiciones del dispositivo y del paciente, reduciendo el riesgo de lesiones.
- **Personalización:** Permiten ajustar los ejercicios según las necesidades específicas de cada paciente, optimizando los resultados de la rehabilitación.

Los sensores utilizados en SOPORT v.1.0 son fundamentales para su funcionamiento, proporcionando datos críticos que permiten realizar ajustes en tiempo real y asegurar una terapia de rehabilitación efectiva y segura.

### Estadísticas de Rehabilitación por Lesiones de Brazo en México (2023-2024).

Las lesiones de brazo son un problema significativo de salud pública en México, y la rehabilitación es crucial para la recuperación de los pacientes. A continuación, se presentan estadísticas y porcentajes sobre la rehabilitación de estas lesiones en el contexto mexicano para los años 2023 y 2024.

#### Estadísticas Generales

1. **Prevalencia de Lesiones:** En 2023, se estimó que aproximadamente 5.71% de la población mexicana sufrió lesiones no intencionales, de las cuales un porcentaje significativo corresponde a lesiones de brazo [7].
2. **Atención Médica:** De las lesiones reportadas, 62% requirió atención en servicios de salud, lo que indica una alta demanda de rehabilitación [7].
3. **Consecuencias Permanentes:** Se observó que 30.5% de las personas que sufrieron lesiones no intencionales presentaron consecuencias permanentes en su salud, lo que incluye limitaciones funcionales en el brazo [7].
4. **Lesiones por Caídas y Accidentes:** Las caídas representaron el 57.6% de las lesiones, seguidas por lesiones causadas por accidentes de tránsito (21.8%), muchas de las cuales afectan los brazos [8].
5. **Acceso a Rehabilitación:** A pesar de la alta necesidad, el acceso a servicios de rehabilitación sigue siendo limitado. En 2024, se espera que las políticas de salud pública se enfoquen más en mejorar la disponibilidad de estos servicios [9].

La rehabilitación de lesiones de brazo es un aspecto crítico de la atención médica en México. Las estadísticas indican que un número considerable de personas requiere estos servicios, y es fundamental que se implementen políticas para mejorar el acceso y la calidad de la rehabilitación, es aquí donde Soport V.1.0., toma importancia al ser una opción muy accesible al público general.

Para probar la efectividad de Soport v.1.0 se puso a disposición de una clínica de terapia física la cual después de un mes de utilizarlo nos dio a conocer su aceptación de uso del dispositivo ya que había sido de utilidad en las terapias impartidas en ese tiempo, también se destacó que se pudo aumentar el número de terapias impartidas por el ahorro de tiempo y personal que significó usar el prototipo.

En cuestión de los instrumentos de información que manejan no fue posible que nos lo compartieran de forma física debido a la privacidad de la información y más por ser información médica privada.

Pero se nos compartieron dos de los formularios que aplican a la llegada de los pacientes en la clínica:

#### Instrumento de Recolección de Información cuantitativa:

### Cuestionario sobre fractura de brazo:

1. Datos Demográficos:
  - Nombre del paciente: \_\_\_\_\_
  - Edad: \_\_\_\_\_
  - Sexo:  Masculino  Femenino
2. Historial Médico:
  - ¿Ha tenido fracturas previas?  Sí  No
  - ¿Sufre de alguna enfermedad ósea (ej. osteoporosis)?  Sí  No
3. Actividad Física:
  - ¿Practica deportes regularmente?  Sí  No
  - Si es así, ¿cuáles? \_\_\_\_\_
4. Factores de Riesgo:
  - ¿Fuma?  Sí  No
  - ¿Consume alcohol?  Sí  No
  - ¿Toma algún medicamento que afecte la salud ósea?  Sí  No
5. Síntomas Previos:
  - ¿Experimentó dolor en el brazo antes de la fractura?  Sí  No
  - Si es así, ¿por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_
6. Impacto en la Vida Diaria:
  - ¿Cómo ha afectado la fractura su capacidad para realizar actividades diarias? (Escala del 1 al 5, donde 1 es “sin impacto” y 5 es “impacto severo”)
  - ¿Ha requerido ayuda para actividades cotidianas?  Sí  No
7. Seguimiento Médico:
  - ¿Ha asistido a sesiones de rehabilitación?  Sí  No
  - ¿Cuántas sesiones ha tenido? \_\_\_\_\_
8. Tipo de Fractura que presenta:
  - Húmero
  - Radio
  - Otro: \_\_\_\_\_
9. Causa de la Fractura:
  - Accidente
  - Deporte
  - Caída
  - Otro: \_\_\_\_\_
10. Tratamiento Propuesto:
  - Quirúrgico
  - Conservador
  - Otro: \_\_\_\_\_
11. Tiempo Esperado de Recuperación:
  - \_\_\_\_\_ semanas.

La aplicación de este cuestionario a la llegada a ala clínica puede proporcionar una visión más completa del contexto de las fracturas de brazo y ayudar a identificar patrones o factores de riesgo asociados.

### 3 RESULTADOS

El desarrollo de SOPORT v.1.0 ha demostrado que la automatización de los ejercicios de rehabilitación puede ser una herramienta eficaz para mejorar la movilidad en pacientes con disfunciones motoras. Este prototipo ofrece un enfoque práctico y accesible para complementar las terapias tradicionales, optimizando la recuperación de los pacientes.

SOPORT v 1.0., cumplió con todos los objetivos que se plantearon al inicio del proyecto, el crear este proyecto desde cero nos llevo a aprender nuevas cosas en diferentes áreas como electrónica, robótica, terapia física que nos ayudara poder desarrollar este proyecto y que se cumplieran claramente las metas planteadas.

El resultado comentado por los médicos y terapeutas que probaron el dispositivo es muy satisfactorio ya que fue una herramienta de apoyo para la rehabilitación de las personas, se tuvo un significativo ahorro de tiempo, se pudo incrementar el número de terapias y sesiones que se tuvieron, se notaron avances significativos en la recuperación del paciente, estos son parte de los puntos que se consideraron para dar como veredicto un resultado exitoso para el dispositivo diseñado.

El impacto a nivel social en diversas áreas que el proyecto **SOPORT v.1.0** puede generar se pueden enumerar los siguientes puntos:

- **Mejora de la Calidad de Vida:** Facilita la rehabilitación eficiente de pacientes con problemas de movilidad en los brazos, mejorando su calidad de vida y autonomía [2].
- **Apoyo a Profesionales de la Salud:** Actúa como una herramienta auxiliar para médicos y terapeutas, reduciendo su carga de trabajo y permitiendo una atención más personalizada [3].
- **Inclusión Social:** Promueve la independencia de personas con discapacidades motoras, facilitando su integración en la sociedad y mejorando su autoestima [4].
- **Innovación y Desarrollo Tecnológico:** Fomenta la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías en el campo de la salud, promoviendo la colaboración interdisciplinaria [5].
- **Impacto Económico:** Contribuye a la reducción de costos en el sistema de salud y genera nuevas oportunidades de empleo en sectores tecnológicos y de salud [6].
- **Conciencia y Educación:** Aumenta la conciencia sobre la importancia de la fisioterapia y la rehabilitación, educando a la sociedad sobre las necesidades de las personas con discapacidades motoras.

**SOPORT v.1.0** puede influir positivamente en la sociedad, mejorando la calidad de vida de los pacientes, apoyando a los profesionales de la salud, promoviendo la inclusión social, fomentando la innovación tecnológica, impactando económicamente y aumentando la conciencia y educación sobre la rehabilitación física.

Ante los beneficios que tiene el proyecto se tienen planes para expandir el uso de **SOPORT v.1.0** a otras extremidades del cuerpo, como las piernas y las manos, esta expansión permitiría que el dispositivo no solo ayude en la rehabilitación de los brazos, sino también en otras áreas que requieren terapia física, ampliando así su impacto y utilidad en el campo de la rehabilitación.

La idea en general se ha consolidado al grado que se piensa desarrollar herramientas similares que puedan ser utilizadas para realizar ejercicios de rehabilitación, lo que podría beneficiar a un mayor número de pacientes con diversas necesidades de rehabilitación, esto implicaría la adaptación y mejora de la tecnología utilizada en **SOPORT v.1.0** para asegurar su efectividad y seguridad en otras aplicaciones.

## 4 CONCLUSIONES

SOPORT v 1.0. nos llevo a conocer y aprender diferentes técnicas de desarrollo para la construcción y diseño de diversos modelos que se hicieron buscando llegar al que diera el mejor resultado.

Este tipo de proyectos involucra diversos sistemas completos de conocimiento, enriquecidos en teorías y técnicas de investigación que involucran grupos interdisciplinarios que aportan otros conocimientos, como las áreas de la mecánica, electrónica, robótica y terapia física.

En general, los avances tecnológicos pueden mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes y ayudar a los fisioterapeutas a proporcionar tratamientos más eficaces y personalizados. Es importante tener en cuenta que la investigación y el desarrollo de estas técnicas están en curso, por lo que aún se necesitan más estudios para determinar aumentar de manera singular su efectividad y seguridad.

## REFERENCIAS

- [1] M. J. Johnson and X. Feng, “Robotic Systems for Rehabilitation: A Review,” *Journal of Rehabilitation Research and Development*, vol. 57, no. 2, pp. 123-134, 2020.
- [2] Fundación Adsis, “Prevención de tecnoadicciones,” 2023. [Online]. Available: <https://www.fundacionadsis.org/es/programas/prevencion-de-tecnoadicciones>.
- [3] P. Fanlo, “La importancia de la innovación social en tecnologías para la rehabilitación del daño cerebral,” *Navarra.es*, 2024. [Online]. Available: <https://www.navarra.es/es/-/nota-prensa/la-consejera-fanlo-subraya-la-importancia-de-la-innovacion-social-en-una-jornada-sobre-tecnologias-para-la-rehabilitacion-del-dano-cerebral>.
- [4] Fundación Adecco, “Las Nuevas Tecnologías al servicio de la discapacidad,” 2024. [Online]. Available: <https://fundacionadecco.org/blog-diversidad-inclusion/las-nuevas-tecnologias-al-servicio-de-la-discapacidad/>
- [5] NICHD, “¿Cómo beneficia la tecnología de rehabilitación a las personas con discapacidad?,” 2024. [Online]. Available: <https://espanol.nichd.nih.gov/salud/temas/rehabtech/informacion/ayuda>.
- [6] NTT Data Foundation, “7 proyectos sociales tecnológicos, finalistas de eAwards España 2024,” 2024. [Online]. Available: <https://hazrevista.org/innovacion-social/2024/08/siete-proyectos-sociales-tecnologicos-finalistas-eawards-espana-2024/>
- [7] E. Marín-Mendoza et al., “Impacto de las lesiones accidentales e intencionales en México,” *Gaceta médica de México*, vol. 159, no. 6, pp. 582-590, 2023. DOI: 10.24875/gmm.23000377.
- [8] “Estadísticas de Salud en Establecimientos Particulares,” INEGI, 2021. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/salud/doc/salud\\_2021\\_nota\\_tecnica.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/salud/doc/salud_2021_nota_tecnica.pdf)
- [9] “La Importancia de la Recuperación Deportiva en México,” *Globemédica*, 2023. <https://globemédica.com.mx/la-importancia-de-la-recuperacion-deportiva-en-mexico-estadisticas-y-datos-medicos/>

# TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN, CAPITAL HUMANO Y SU RELACIÓN CON LA EDUCACIÓN SUSTENTABLE

Yennifer Díaz Romero<sup>1</sup>, Víctor Manuel Martínez García<sup>1</sup>, Manuel Iván Tostado Ramírez<sup>1</sup>, Eduardo Alfonso Huerta Mora<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Sinaloa (MÉXICO)

## Resumen

La educación de calidad y la sustentabilidad son dos temas fundamentales para el desarrollo de Sinaloa. La primera permite a las personas desarrollar su potencial al máximo, mientras que la sustentabilidad garantiza un futuro sostenible para todos. En Sinaloa, la educación es un derecho fundamental garantizado por la Constitución. Sin embargo, existen desafíos que impiden que todos los niños tengan acceso a una educación de calidad. Algunos de estos desafíos incluyen la pobreza, la desigualdad y la falta de infraestructura.

Palabras clave: Capital humano, educación sustentable, tecnología.

## Abstract

Quality education and sustainability are two fundamental issues for the development of Sinaloa. Quality education allows people to develop their maximum potential, while sustainability guarantees a sustainable future for everyone. In Sinaloa, education is a fundamental right guaranteed by the Constitution. However, there are challenges that prevent all children and girls from having access to quality education. Some of these challenges include poverty, inequality, and the lack of infrastructure.

Keywords: Human capital, sustainable education, technology.

## 1 INTRODUCCIÓN

La educación sustentable es importante para crear una sociedad más sostenible. Al educar a los estudiantes sobre los problemas ambientales y las soluciones sostenibles, podemos ayudarlos a convertirse en ciudadanos responsables que tomen decisiones sostenibles en su vida personal y profesional. La educación ambiental puede ayudar a las personas a comprender la importancia de proteger el medio ambiente y a tomar medidas para hacerlo. En este contexto, la educación de calidad y la sustentabilidad son dos temas que deben ir de la mano [1]. Una educación de calidad que promueva la sustentabilidad es esencial para el desarrollo sostenible de Sinaloa.

A continuación, se presentan algunos puntos clave sobre la relación entre la educación de calidad y la sustentabilidad:

- La educación de calidad permite a las personas desarrollar las habilidades y el conocimiento necesarios para tomar decisiones informadas sobre el medio ambiente.
- La educación ambiental puede ayudar a las personas a comprender la importancia de la sustentabilidad y a tomar medidas para proteger el medio ambiente.
- La educación de calidad es esencial para la construcción de una sociedad más justa y equitativa, lo que es fundamental para el desarrollo sostenible [2].
- Desarrollar en los estudiantes un sentido de responsabilidad ambiental.
- Preparar a los estudiantes para abordar los desafíos ambientales.

En Sinaloa, existen algunas iniciativas que buscan promover la educación de calidad y la sustentabilidad. Por ejemplo, el Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 establece como objetivo promover una educación integral y equitativa que promueva el desarrollo sostenible. Además, el Gobierno del Estado de Sinaloa ha



implementado programas de educación ambiental en las escuelas. Es importante continuar con estos esfuerzos para garantizar que todos los niños de Sinaloa tengan acceso a una educación de calidad que promueva la sustentabilidad [3].

### 1.1 Eficiencia del diseño factorial (Grados de Libertad).

Un diseño factorial es un diseño experimental en el que se manipulan dos o más factores, cada uno con dos o más niveles [4]. En un diseño factorial, cada uno de los niveles de cada factor independiente se combina con cada uno de los niveles de los demás, para así realizar todas las combinaciones posibles. [5] Este tipo de diseño es muy eficiente para estudiar las relaciones entre los factores y la respuesta. La eficiencia de un diseño factorial se mide mediante el número de grados de libertad (GL) que tiene el diseño. Un diseño factorial completo tiene un número de GL igual al producto del número de niveles de cada factor. Cuantos más GL tenga un diseño, más preciso será el análisis de los datos. Sin embargo, un diseño con más GL también requerirá más ensayos.

En el contexto de la educación sustentable, la eficiencia del diseño factorial puede utilizarse para evaluar la eficacia de las TIC en el desarrollo del capital humano. Comparando en este caso el rendimiento de los estudiantes que utilizan las TIC con el rendimiento de los estudiantes que no utilizan las TIC. El análisis de los grados de libertad del estudio podría proporcionar información sobre la eficacia de las TIC en el desarrollo del capital humano. Para aumentar la eficiencia de un diseño factorial, se pueden utilizar los siguientes métodos:

- Fraccionar el diseño: Esto significa que no se prueban todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores.
- Utilizar un diseño central compuesto: Este tipo de diseño permite estimar la curvatura de la relación entre la respuesta y los factores.[6]

#### 1.1.1 Lista de comparables a factorizar e hiper variables

Los comparables a analizar en este caso tiene que ver con instituciones de enseñanza elemental, básica, media básica, media superior, superior y posgrados incluidos los sistemas federales, estatales, privados y autónomos que comprendan en todo el estado de Sinaloa. El proceso de jerarquía analítica es una técnica estructurada para tratar con decisiones complejas, en vez de prescribir la decisión y ayuda a los directivos a encontrar soluciones a necesidades y problemas. (AHP).

Tabla 1. Comparables a analizar 2023. AHP.[7]

Comparable	Nombre	Nivel	AHP
A	Josefa Ortiz de Domínguez	Elemental	.89988
B	Romanita de la Peña	Elemental	.54000
C	Instituto Lomas A. C.	Básico	.77988
D	5 de febrero	Básico	.81077
E	Lic. Benito Juárez	Básico	.89988
F	Telesecundaria no. 345	Medio	.71982
G	Estatal Dr. Jaime Torres Bodet. Turno Vespertino.	Medio	.66890
H	CBTIS No. 51	Medio Superior	.82777
I	Facultad de Ciencias Sociales UAS	Superior	.54000
J	Ingeniería UAS	Superior	.71982
K	Arquitectura UAS	Superior	.89988

## 2 METODOLOGÍA Y MODELO MATEMÁTICO

La metodología cuantitativa para la información es un enfoque que utiliza datos numéricos para analizar la información. Este enfoque se basa en la idea de que los datos pueden proporcionar información objetiva y precisa sobre el mundo.

La metodología cuantitativa para la información se utiliza en una variedad de campos, incluidos la investigación, la educación y los negocios. En la investigación, la metodología cuantitativa se utiliza para recopilar y analizar datos para probar hipótesis. En la educación, la metodología cuantitativa se utiliza para evaluar el rendimiento de los estudiantes y los programas educativos.

En esta investigación se ha partido de una premisa que sugiere que en una institución educativa en la cual se cuenta con un mayor número de elementos dedicados a la organización, una óptima infraestructura y recursos de apoyo, así como un número amplio de docentes altamente capacitados debería reportar elevados indicadores vinculados con la calidad, la competitividad, las tasas de egreso y la eficiencia terminal, según lo recomiendan los sistemas de calidad educativa.

Para intentar demostrar esta premisa se han implementado instrumentos cuantitativos, para los cuales se proponen una serie de fórmulas lineales aditivas centradas en tres rubros como se indica en [7].

Diseñados los criterios tomados en cuenta para definir el modelo matemático, se procedió al uso de las siguientes fórmulas:

### 2.1 Fórmula A para determinar la percepción de los docentes (PE) sobre el centro educativo donde laboran

A continuación, se explican las nomenclaturas de los componentes

PE = Percepción docente sobre centro educativo

OE = Organización escolar

EF = Estructura física

CH = Capital humano

Para determinar la percepción docente se tiene:

$$PE = OE + EF + CH$$

Tomando los valores medios se tiene:

$$PE = \sum_{lim=1}^n OE + EF + CH / n$$

Nota: El segmento PE es igual a la sumatoria elevado a n, donde el límite es 1 igual a OE + EF + CH / n

### 2.2 Fórmula B para determinar la calidad de un centro educativo a través de los indicadores arrojados por comités evaluadores de la calidad y por investigadores asociados

A este criterio se le denominará ponderación (PO); a continuación, se explican las nomenclaturas de los componentes.

PO = Ponderación de indicadores de calidad

POE = Población estudiantil

PRE = Programas educativos

PRA = Programas académicos

ET = Eficiencia terminal

TUT = Cobertura de tutorías

PTC = Profesores investigadores tiempo completo

PRO = Profesores perfil Promep1

CAC = Cuerpos académicos

CUB = Cubículos de profesores

Para determinar la ponderación (PO) de la calidad escolar se tiene:

$PO = POE + PRE + PRA + ET + TUT + PTC + PRO + CAC + CUB$

$$PO = \sum_{lim=1}^n POE + PRE + PRA + ET + TUT + PTC + PRO + CAC + CUB / n$$

Tomando los valores medios se tiene:

Nota 1: El segmento PO es igual a la sumatoria elevado a n, donde el límite es 1 igual a  $POE + PRE + PRA + ET + TUT + PTC + PRO + CAC + CUB / n$ .

Nota 2: Todos los componentes de la sumatoria tendrán como valor máximo = .1 a excepción de ET, que será para este caso un valor máximo = .2.

### 2.3 Fórmula C resumida para determinar la calidad de un centro educativo a través de los indicadores arrojados por comités evaluadores, la percepción del equipo docente y la eficiencia terminal de la institución evaluada.

A este criterio se le denominará IE de calidad (ICS); a continuación, se explican las nomenclaturas de los componentes:

ICC = Institución de enseñanza sustentable (IES) de calidad

PE = Percepción docente sobre el centro educativo

PO = Ponderación de indicadores de calidad

ET = Eficiencia terminal

Para determinar IE de calidad (IC) se tiene:

$IC = PE + PO + ET$

$$ICS = \sum_{lim=1}^n PE + PO + ET / n$$

Tomando los valores medios se tiene:

Nota: El segmento ICS es igual a la sumatoria elevado a n, donde el límite es 1 igual a  $PE + PO + ET / n$ .

### 2.4 Instrumento de campo para un Análisis Factorial Confirmatorio a investigadores

1. ¿Cómo se llama tu escuela?

No tiene un valor numérico directo pero sirve de identificación para variable de agrupación para poder diferenciar ante un análisis multigrupal.

2. ¿Cuántos alumnos tiene su escuela?

Variable que influye en otros factores, como el número de docentes o la existencia de programas educativos. Es un factor que podría correlacionarse con la calidad educativa o la estructura organizativa; el tamaño de la escuela podría influir en varios factores, como la infraestructura, el número de docentes, o la disponibilidad de recursos.

3. ¿Cuántos niveles educativos tiene su escuela?

Analizar si la escuela tiene diferentes enfoques o recursos según los niveles educativos (preescolar, primaria, secundaria, etc.). Refleja la diversidad de la oferta educativa de la institución, lo cual puede influir en la organización y los programas de la escuela.

4. ¿Cuántos programas educativos tiene su escuela?

Los programas educativos reflejan la amplitud y diversidad de la oferta académica de la institución. Este dato es clave para evaluar cómo las escuelas gestionan la formación en diferentes áreas o disciplinas. El número de programas podría correlacionarse con el tamaño de la escuela, el número de docentes y la disponibilidad de recursos. Es una variable importante para evaluar la especialización de la escuela.<sup>4</sup>

5. ¿Tiene su escuela tutorías, USAER, CAE?

Iniciativas de apoyo educativo específicas que pueden tener un impacto directo en la calidad educativa. USAER (Unidades de Servicio de Apoyo a la Educación Regular) y CAE (Centros de Apoyo a la Educación) son servicios de atención a la diversidad y necesidades educativas especiales. Estas variables son indicativas de cómo la escuela maneja la inclusión y el apoyo a estudiantes con necesidades educativas especiales, lo que podría ser un factor importante en el análisis de la equidad o de la calidad educativa.

6. ¿Cuántos docentes tiene tu escuela?

El número de docentes es una variable clave en la evaluación de la capacidad educativa de una institución. Este dato influye en la proporción docente-alumno y en la estructura de enseñanza.

7. ¿Tiene docentes en promoción, carrera, base o PITIC?

Estos términos hacen referencia a los diferentes tipos de estabilidad y promoción dentro de la carrera docente. Los docentes en promoción están en proceso de mejorar su estatus, los de carrera tienen estabilidad a largo plazo, y los de base son los que tienen una plaza fija. Lo cual es relevante para entender la calidad educativa y la formación profesional continua.

8. ¿Están certificados sus docentes o nivelados?

La certificación docente o el proceso de nivelación son indicadores de la preparación y formación de los docentes. Esta variable podría correlacionarse con otros factores como la calidad de los programas educativos, la evaluación de los alumnos o el desempeño de los docentes.

9. ¿Tienen cubículos sus docentes?

Los cubículos docentes representan espacios privados de trabajo para los maestros, lo que puede estar relacionado con el bienestar laboral, la preparación académica y la calidad de enseñanza. Este factor podría influir en la satisfacción de los docentes y, por ende, en la calidad educativa de la escuela. Es una variable que podría representar el ambiente físico de trabajo.

10. ¿Tienen cuerpos académicos, grupos disciplinares o están colegiados?

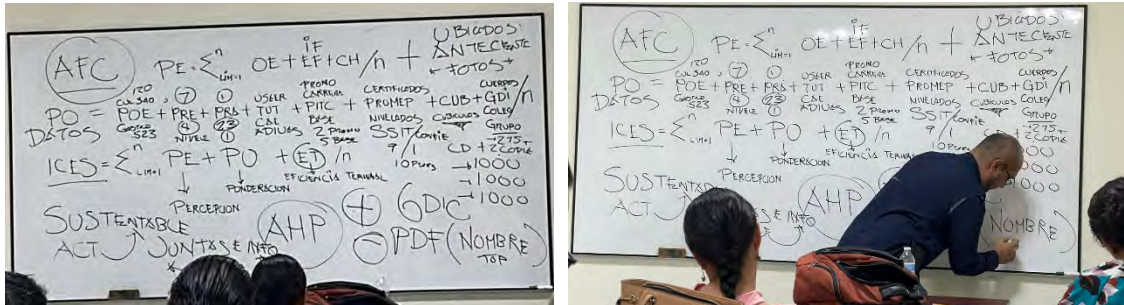
Los cuerpos académicos y los grupos disciplinares son equipos de trabajo que agrupan a los docentes según áreas del conocimiento. El hecho de que estén colegiados indica que los docentes trabajan de forma colaborativa y en red. Esto se relaciona con la calidad de la enseñanza, la innovación educativa y la cooperación docente. Refleja la organización interna de la escuela y la orientación hacia la mejora continua.

11. ¿Realizan juntas periódicas y de qué tipo?

Son espacios de coordinación y evaluación en los que los docentes y la administración escolar se reúnen para discutir temas relacionados con la gestión educativa. Las juntas periódicas podrían tener un impacto directo en la calidad educativa, el desarrollo profesional y la toma de decisiones dentro de la escuela.

12. ¿Realizan políticas, programas o actividades de sustentabilidad y cuáles son?

Las actividades de sustentabilidad incluyen acciones relacionadas con el cuidado del medio ambiente, la eficiencia energética, la gestión de residuos, entre otros. Lo cual puede tener un impacto en el entorno físico y social de la escuela. Relacionándose con el compromiso de la escuela hacia el desarrollo sostenible, en el desarrollo integral de los alumnos y su imagen institucional.



Figuras 1 y 2. Explicación de diagrama de AFC.

### 3 RESULTADOS

La codificación de datos se realizó en un entorno de desarrollo integrado de código abierto, que soporta múltiples compiladores, que incluye GCC, Clang y Visual C++. Se desarrolló en C++ usando wxWidgets como el kit de herramientas GUI.

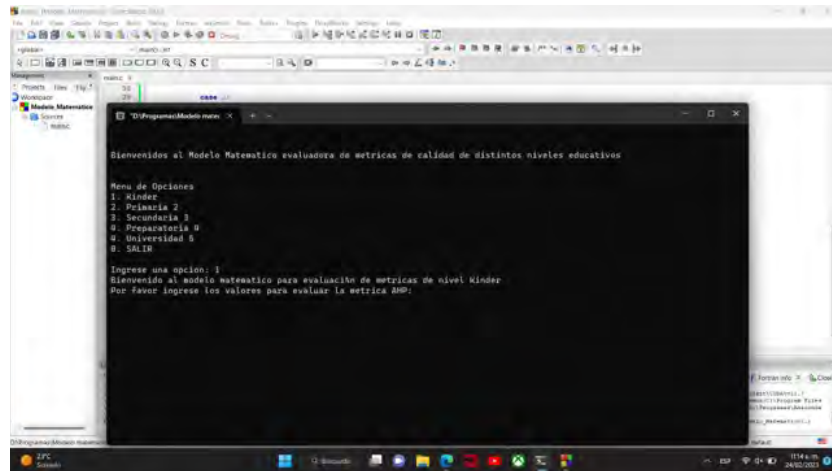


Figura 3. Codificación de datos en Code::Blocks[2].

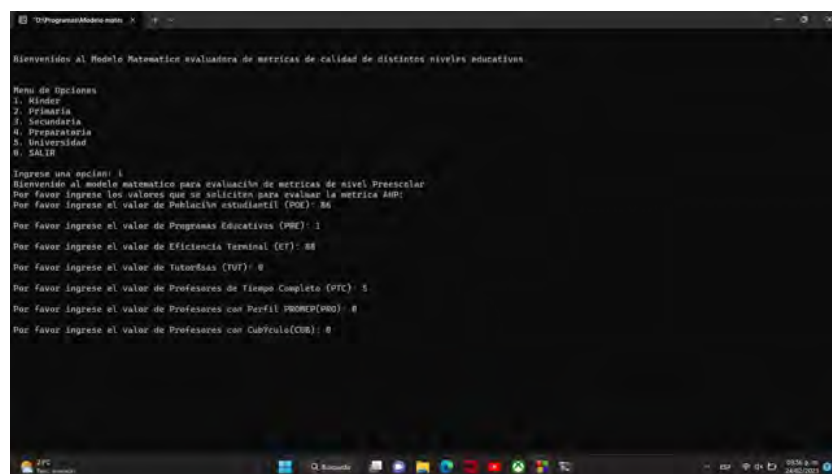


Figura 4. Unidades jerárquicas de datos en Code::Blocks.

Tabla 2. Jerarquías [2023]. AHP.

Importancia	Intensidad	Significado
.1000	Igual importancia	Al comparar un elemento con otro no hay diferencia entre ellos.
.3000	Importancia moderada	Al comparar un elemento con el otro, el primero es ligeramente más importante o preferido que el segundo.
.5000	Importancia fuerte	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera más importante o preferido que el segundo.
.7000	Importancia muy fuerte	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera mucho más importante o preferido que el segundo.
.9000	Extrema importancia	Al comparar un elemento con el otro, el primero se considera absolutamente o muchísimo más importante que el segundo.

Al colocar los datos de dichas escuelas se llegó al siguiente resultado:

- Las instituciones que homologan categorías y remuneraciones entre los docentes mejoran la percepción y el ambiente de trabajo. Los indicadores de las ponderaciones diseñadas tienen relación proporcional con los resultados obtenidos.
- Los canales de información y su frecuencia impactan de manera favorable en el funcionamiento y en los indicadores de percepción de las unidades académicas.

#### 4 CONCLUSIONES

Las TIC pueden contribuir a la educación sustentable de varias maneras. En primer lugar, pueden proporcionar acceso a información y recursos educativos sobre sostenibilidad. En segundo lugar, pueden permitir a los estudiantes aprender sobre sostenibilidad de una manera interactiva y atractiva. En tercer lugar, pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar las habilidades necesarias para abordar los desafíos ambientales.

El capital humano es esencial para la educación sustentable. Los docentes, los administradores y los estudiantes necesitan tener las habilidades y el conocimiento necesarios para comprender los problemas ambientales y desarrollar soluciones sostenibles.

La educación sustentable es importante para crear una sociedad más sostenible. Al educar a los estudiantes sobre los problemas ambientales y las soluciones sostenibles, podemos ayudarlos a convertirse en ciudadanos responsables que tomen decisiones sostenibles en su vida personal y profesional.

Las instituciones educativas que optimizan los procesos organizacionales tienen mayores índices de desempeño. Las que presentan estrategias de apoyo de servicio social, comunicación con padres de familia, capacitación continua, diplomados, procesos asociados a la sustentabilidad, presentan una mejor tasa de egreso y eficiencia terminal.

Las instituciones que homologan categorías y remuneraciones entre los docentes mejoran la percepción y el ambiente de trabajo. Los indicadores de las ponderaciones diseñadas tienen relación proporcional con los resultados obtenidos.

Los canales de información y su frecuencia impactan de manera favorable en el funcionamiento y en los indicadores de percepción de las unidades académicas.

Capacitar al equipo directivo encargado de los procesos organizacionales para mejorar el clima laboral y la percepción de los docentes hacia su centro de trabajo.

Trabajar en la agilización, simplificación, transparencia y tecnificación de todos los procesos dentro de las instituciones educativas.

## REFERENCIAS

- [1] Capítulo II. Calidad de la Educación. Catalina Edwards.
- [2] La educación, elemento esencial del desarrollo sostenible. Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación de Francia.
- [3] Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027. Gobierno del Estado de Sinaloa.
- [4] Diseño y análisis de experimentos. Montgomery, D.C. (2017).
- [5] S. Fernández Bao, «Diseño de Experimentos: Diseño Factorial», Trabajo de fin de Máster Máster Universitario en Ingeniería Química, Universidad Politécnica de Cataluña, 2020. [En línea]. Disponible en:  
[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/339723/TFM\\_Fernandez\\_Bao\\_Sheila.pdf?sequence=1](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/339723/TFM_Fernandez_Bao_Sheila.pdf?sequence=1)
- [6] V. M. Martínez García, Y. Díaz Romero, F. A. Villa Hernández., V. A. Ramírez Pérez, J. A. Chávez Pérez, J. R. González Ramón, E. Valdez Camacho, J. M. Bernal Camacho, X. Camarena Sánchez, & C. A. Hernández Juárez (2019). Análisis factorial de la infraestructura educativa y su relación con la educación de calidad en el estado de Sinaloa. CENID.  
<https://cenid.org/libros/libros19/libro004/#p=1>
- [7] J. Salas Bacalla , M. Leyva Caballero & A. Calenzani Fiestas (2014). Modelo del proceso jerárquico analítico para optimizar la localización de una planta industrial. *Industrial Data*, 17(2),112-119.[fecha de Consulta 6 de noviembre de 2023]. ISSN: 1560-9146. Recuperado de:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81640856014>

# VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO DIAGNÓSTICO SOBRE LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA PRÁCTICA DOCENTE

**Karla Alejandra Jiménez Martínez<sup>1</sup>, Patricia Guadalupe Gamboa Rodríguez<sup>1</sup>,  
Monserrath Vaughan Bernal<sup>1</sup>, Rodolfo Armando Moreno Toledo<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/ ITS de Coatzacoalcos (MÉXICO)*

## Resumen

El auge de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en nuestros días ha traído oportunidades y retos en la educación, especialmente en la educación superior, por lo que es necesario tomar acciones encaminadas al desarrollo de competencias digitales en los docentes que les permitan integrar de una forma crítica esta herramienta en su práctica educativa. En este sentido una de las primeras acciones es realizar un diagnóstico que permita conocer el nivel de conocimiento y aplicación de herramientas con IAG en docentes de educación superior. Para tal efecto se diseñó un instrumento con quince ítems usando una escala de Likert de cinco niveles para las respuestas, los ítems corresponden con las cinco dimensiones determinadas para este estudio. La validación consistió en analizar la confiabilidad del cuestionario diseñado mediante el uso del Alpha de Cronbach y una matriz de correlación de los ítems a través de librerías de Python obteniendo un alfa de Cronbach de 0.8518 lo que indica una buena consistencia interna e identificando aquellos ítems redundantes para mejorar el instrumento.

Palabras clave: Inteligencia artificial generativa, educación superior, competencias digitales.

## Abstract

The rise of Generative Artificial Intelligence (GAI) in contemporary society has brought both opportunities and challenges in education, particularly in higher education. Therefore, it is essential to undertake actions aimed at developing digital competencies among educators that will enable them to critically integrate this tool into their educational practice. In this regard, one of the initial steps is to conduct a diagnostic assessment to determine the level of knowledge and application of GAI tools among higher education faculty. To this end, an instrument was designed consisting of fifteen items using a five-point Likert scale for responses; the items correspond to the five dimensions established for this study. The validation process involved analyzing the reliability of the designed questionnaire using Cronbach's Alpha and a correlation matrix of the items through Python libraries, resulting in a Cronbach's Alpha of 0.8518, which indicates good internal consistency, and identifying redundant items to improve the instrument.

Keywords: Generative artificial intelligence, higher education, digital competencies.

## 1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha puesto en mesa de debate el uso de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en el ámbito educativo sobre todo en el nivel superior, por lo que “su investigación, conocimiento, desarrollo y aplicación representan un campo en desarrollo, que debe ser regulado de forma ética tanto individual como colectivamente” [1] en este sentido, diversos organismos y expertos en educación a nivel internacional se han pronunciado sobre las implicaciones del uso de la IAG en la educación, por ejemplo la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) menciona que “reconoce las repercusiones positivas y negativas profundas y dinámicas de la inteligencia artificial (IA) en las sociedades, el medio ambiente, los ecosistemas y las vidas humanas, en particular en la mente humana, debido en parte a las nuevas formas en que su utilización influye en el pensamiento, las interacciones y la adopción de decisiones de los seres humanos y afecta a la educación...”.[2, p. 5]. De igual forma en [3, p. 5] se menciona que es de sorprender la velocidad a la que las tecnologías de IAG se están incorporando en el ámbito educativo en su mayoría en ausencia de regulación y control a través de normas o reglamentos. En



la Cumbre sobre Inteligencia Artificial en América Latina organizada por investigadores latinoamericanos pertenecientes a la comunidad del MIT, la educación también se consideró tema central de donde los participantes acordaron que la IA podía catalizar el cambio del sistema educativo ya que la IA ofrece la posibilidad de modificar la forma de impartir la enseñanza contribuyendo a procesos de aprendizaje más personalizados [4, p. 55].

En cuanto a recomendaciones o guías para el uso de la IA en la educación en el ámbito internacional [5] presenta una evaluación de los posibles riesgos que la IAG plantea para los valores que promueven la intervención humana, la inclusión, la equidad, la igualdad de género, la diversidad lingüística y cultural, así como las opiniones y expresiones plurales. De igual forma propone pasos clave para que las agencias gubernamentales regulen el uso de las herramientas de IAG en aspectos como la privacidad de los datos y tener un límite de edad mínimo para su uso. También plantea la urgente necesidad de que las instituciones educativas validen la idoneidad ética y pedagógica de los sistemas de IA para la educación, haciendo un llamado a la comunidad internacional para reflexionar sobre sus implicancias a largo plazo en el conocimiento, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación.

En el ámbito nacional la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [6] ha emitido una serie de recomendaciones prácticas que pretenden ayudar a la incorporación y aprovechamiento de la IA generativa en los espacios de aprendizaje universitarios desde una perspectiva crítica haciendo énfasis en que cada docente debe cuestionarse si algunas de las tareas de gestión, enseñanza, aprendizaje o evaluación que realiza, pueden mejorarse incorporando herramientas de generación de texto, imágenes o contenidos multimedia. Por su parte la Universidad de Guadalajara [7] emitió una guía práctica que busca empoderar a la academia y los estudiantes para aprovechar el potencial de la IAG en los procesos de enseñanza-aprendizaje, esta guía se presenta de una forma ágil y accesible para que sirva para familiarizarse con la IAG e integrarla de manera efectiva en las aulas, encaminados hacia la generación de espacios de aprendizaje enriquecedores y eficaces.

En este mismo tenor se han publicado diversos trabajos en los que se aborda la IAG desde diferentes aristas tales como aquellas centradas en sus beneficios potenciales [8], en los retos e implicaciones de su uso para las instituciones de nivel superior [9], [10], así como las implicaciones éticas de su uso en el ámbito académico [11], [12]. Al realizar una revisión de la literatura existente resulta indudable que los estudios en torno a la IA y la educación han propiciado un gran interés de la comunidad científica, debido sobre todo a su masificación por el lanzamiento de ChatGPT en noviembre de 2022.

Un estudio realizado desde la arista de los beneficios potenciales de la IAG [13] propone el uso de ChatGPT como herramienta de apoyo a la resolución de dudas al realizar un proyecto de programación en Python, los autores plantean la hipótesis de que esta herramienta puede ser más eficaz que la información disponible en bibliotecas y documentación en línea, particularmente para los estudiantes con menos experiencia, ya que esta herramienta les permite hacer preguntas específicas y recibir respuestas directas y personalizadas. Los resultados del estudio muestran que los estudiantes que utilizaron ChatGPT para resolver sus dudas obtuvieron mejores resultados que los que recurrieron a otras fuentes de información disponibles. De acuerdo con las autoras este hallazgo sugiere que el uso de ChatGPT podría ser útil para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en proyectos de programación.

Otro estudio situado desde la arista de los beneficios potenciales de la IA generativa pero con un enfoque teórico [14] plantea como objetivo describir el ChatGPT como recurso viable para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios a través de una investigación descriptiva de tipo documental con diseño bibliográfico. Como conclusión los autores precisan resaltar que todo elemento creado que pueda contribuir para el desarrollo integral del hombre será siempre un recurso válido, por tanto, el ChatGPT como herramienta tecnológica e innovadora encaja perfectamente como un recurso innovador, para que el hombre mejore y potencie su modo de pensar de forma crítica y analítica, esto siempre y cuando sepa emplearlo de manera ética y moral en sociedad.

En lo que concierne a los retos e implicaciones para las educaciones de educación superior con respecto al uso de IA generativa encontramos que [15] realizan una revisión exhaustiva de la literatura académica y científica para obtener conocimiento sólido de los avances y las oportunidades de la IA en la educación universitaria. De igual forma a través de la recopilación de datos empíricos, como entrevistas, encuestas y análisis documental, examinaron los desafíos y beneficios percibidos por los actores involucrados en la educación universitaria, las conclusiones de los autores establecen que la IA en la educación universitaria

puede ser una aliada poderosa para mejorar el aprendizaje, la personalización y la eficiencia. Sin embargo, también mencionan que es crucial abordar los desafíos éticos, evitar la dependencia excesiva y garantizar la interacción humana. Finalmente sugieren que, con una implementación efectiva y equilibrada, la IA tiene el potencial de transformar y mejorar la experiencia educativa en las instituciones universitarias, preparando a los estudiantes para un futuro digital y globalizado.

Con respecto a las implicaciones éticas de su uso en el ámbito académico se encontró el estudio [11] en donde se menciona que el uso de IA, se ha extendido en la comunidad académica y estudiantil, además describen a ChatGPT como una herramienta que presenta oportunidades y desafíos más allá de la regulación de derecho objetivo. Los autores también mencionan que los principios éticos deben combinarse con una adecuada educación de la comunidad educativa a fin de utilizar la IA como herramienta en la generación de conocimiento y no de simple información descontextualizada que puede llevar al fracaso en los objetivos de la educación superior, así como los objetivos del desarrollo social más grande de la sociedad moderna, que es una educación inclusiva y solidaria.

En última instancia se han publicado diversos estudios bibliométricos respecto a la IA en la educación superior entre los que destaca [16] elaborado con información de la base de datos Scopus, de la cual se obtuvieron 288 publicaciones, lo cual evidenció un crecimiento en las publicaciones del tema, cuyos países con mayor producción son China y Estados Unidos. Al comparar los resultados se evidencia una tendencia creciente en publicaciones centradas en el uso de IA en la educación superior para el proceso de enseñanza y aprendizaje entre docentes y estudiantes.

Ante esta perspectiva y siendo el Tecnológico Nacional del México en Coatzacoalcos una institución de educación superior cuya misión es “Ofrecer servicios educativos de excelencia académica, vinculando la ciencia con el humanismo, para formar profesionales competitivos en cualquier sociedad” [17], es necesario plantear acciones para afrontar los retos y las implicaciones éticas que traen consigo el uso de la IA generativa por los estudiantes y docentes; iniciando por establecer un diagnóstico sobre el nivel de conocimiento y su integración en los procesos de enseñanza de la IAG en la actualidad, y posteriormente con base en los resultados establecer planes y estrategias para su regulación e incorporarlas en el proceso educativo de una forma ordenada y positiva.

Por lo anterior se plantea el objetivo de construir un instrumento de recolección de datos que permita determinar cuál es el nivel de conocimiento y la aplicación de la IAG entre los docentes del TecNM Coatzacoalcos y validarlo a través del índice de alfa de Cronbach. Esta acción es fundamental para partir de bases sólidas para determinar estrategias de capacitación a los docentes encaminadas a mejorar sus competencias digitales, además la disponibilidad de un instrumento de evaluación válido es crucial, ya que garantiza que los resultados obtenidos reflejen de forma precisa y exacta las variables en cuestión, sin esta herramienta, se corre el riesgo de obtener información incorrecta o sesgada, lo cual compromete la capacidad de tomar medidas adecuadas y fundamentadas [18] pudiéndose además utilizar en otras instituciones que estén tomando acciones al respecto del uso de la IAG en la enseñanza. Tener un diagnóstico es esencial en cualquier proceso de investigación, ya que proporciona información precisa y confiable sobre el objeto de estudio.

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Descripción del lugar de la investigación

La investigación se desarrolló en el Tecnológico Nacional de México/ITS de Coatzacoalcos, ubicado en el estado de Veracruz, un organismo público descentralizado con 24 años desde su fundación. Actualmente cuenta con una oferta educativa de quince ingenierías, una plantilla cercana a los 170 docentes y una matrícula de poco más de 5100 estudiantes. La comunidad docente del instituto compuesta por docentes de diversos perfiles y niveles de estudio se convierte en un grupo relevante para la investigación, siendo su participación y colaboración son fundamentales para la validez y confiabilidad del instrumento de evaluación. Además, esta investigación se deriva del proyecto de investigación educativa “Análisis descriptivo del conocimiento y aplicación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la enseñanza: perspectiva de docentes en el TecNM en Coatzacoalcos” que corresponden a la línea de investigación educativa Tecnologías de la Información con clave de registro en el TecNM ITS-COATZA-LIE-2019-0255.

## 2.2 Enfoque de la investigación

El estudio se planteó con un enfoque cuantitativo porque estudió fenómenos que son observables y medibles, está caracterizado por la medición de las variables y el tratamiento estadístico de los datos, 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, el muestreo así como el tratamiento estadístico [19].

## 2.3 Nivel de la investigación

La investigación tiene un nivel descriptivo ya que buscó describir los rasgos característicos de las variables en estudio. Se basó en la medición de las variables, proporcionando información detallada respecto al instrumento y la población en estudio a partir de procesos y datos estadísticos. Es de tipo instrumental, ya que su objetivo fue el desarrollo de un instrumento con propiedades adecuadas, ya que todos aquellos estudios que estén dirigidos al diseño o adaptación, así como al análisis de las propiedades psicométricas de pruebas y aparatos, son considerados dentro de esta categoría [20, p. 855]. La investigación es de corte transversal porque se estudió la variable en un momento determinado, sin realizar un seguimiento prospectivo ni retrospectivo.

## 2.4 Población y muestra

La población que fue objeto de estudio estuvo conformada por el total de la plantilla docente ya sea con contratación de tiempo completo o por asignatura en el TecNM en Coahuila que imparten clases en los programas educativos ofertados, mientras que la muestra fue un subconjunto representativo de esa población. La población total de docentes es de 175. El muestreo utilizado fue muestreo aleatorio simple que consiste en un procedimiento de seleccionar una muestra cumpliendo dos propiedades fundamentales, la primera es que todos los individuos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos y además todas las muestras del mismo tamaño son igualmente probables, el tamaño de la muestra utilizado fue de 121 docentes.

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 Coahuila siendo un estudio de población finita y muestreo a conveniencia para efectos del pilotaje del instrumento diseñado. La técnica de recolección de datos es una encuesta que permite evaluar y valorar estudios para recolectar información sobre los sujetos a describir explicando aspectos como conocimientos, actitudes y comportamientos, con base en una escala de Likert de cinco niveles, esta encuesta fue autoadministrada a los docentes a través de Google Forms y compartida a través de correo institucional o redes sociales como whatsapp.

## 2.5 Diseño del instrumento

El Cuestionario de Diagnóstico del Conocimiento y Aplicación de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la Enseñanza fue elaborado como una encuesta, la cual fue completada de manera autónoma por los docentes participantes en el estudio. Cada uno de los ítems del cuestionario fueron diseñados para abordar el problema y los objetivos de la investigación, además el cuestionario se diseñó a partir de un marco teórico relacionado con las variables en estudio. Para la aplicación de la encuesta no fue necesaria la presencia de los investigadores, ya que el formulario fue distribuido a los docentes a través de Internet, mediante correo electrónico o WhatsApp. Las preguntas del cuestionario fueron estandarizadas para asegurar que todos los participantes recibieran las preguntas en el mismo orden. El cuestionario incluye con preguntas sobre aspectos sociodemográficos, tales como el rango de edad, el género, el grado académico y el programa educativo de adscripción.

Los ítems fueron agrupados en dimensiones y para el cuestionario se utilizaron las escalas de valor y de estimación tipo Likert de cinco niveles, para recoger los datos de la percepción de los docentes con respecto al conocimiento y uso de la IAG en la enseñanza. Para el efecto de esta investigación se estableció la siguiente escala: 1) Totalmente en desacuerdo, 2) En desacuerdo, 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4) De acuerdo, 5) Totalmente de acuerdo.

A continuación, en la Tabla 1 se muestra la conceptualización de las variables de estudio definidas para el diseño del instrumento.

*Tabla 1 Conceptualización de las variables de estudio.*

Variable	Conceptualización	Dimensiones
Percepción de los docentes sobre el uso de la IA	La percepción es la interpretación de la realidad que es influenciada por los estímulos externos, así como las características internas del individuo en el cual influyen sus subjetividades conscientes e inconscientes.	Conocimiento de la IA Formación en IA Ética y la IA
Integración en la Práctica docente	Se definen como el conjunto de situaciones dentro del aula, que configuran el quehacer del profesor y de los alumnos, en función de determinados objetivos de formación circunscritos al conjunto de actuaciones que inciden directamente sobre el aprendizaje de los alumnos” [21, p. 4].	Comportamiento Aplicación de la IA en el aula Competencias digitales docentes

En la Tabla 2 se muestra la operacionalización de las variables en sus dimensiones, así como los respectivos ítems.

*Tabla 2 Operacionalización de las variables de estudio.*

Variable	Dimensión	Ítem
Percepción de los docentes sobre el uso de la IA	Conocimiento de Conceptos de Inteligencia Artificial Generativa	D11. Estoy familiarizado con los conceptos básicos de la Inteligencia Artificial Generativa D12. Conozco algunas herramientas de Inteligencia Artificial Generativa tales como ChatGPT, Gemini, Copilot, Dall-E, Mistral, etc. D13. Conozco ejemplos de aplicaciones prácticas de la Inteligencia Artificial Generativa en diferentes campos, incluida la educación.
	Percepciones sobre el Beneficio Potencial de la Inteligencia Artificial Generativa en la Educación	D21. Considero que la Inteligencia Artificial Generativa puede mejorar la personalización del aprendizaje para diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes. D22. Considero que la Inteligencia Artificial Generativa puede facilitar la creación de materiales educativos más interactivos y atractivos para los estudiantes. D23. Reconozco el potencial de la Inteligencia Artificial Generativa para adaptar el contenido educativo según las necesidades individuales de los estudiantes.
Práctica docente	Aplicación de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en la Enseñanza	D31. He utilizado herramientas de generación de contenido automatizado (por ejemplo, generadores de texto o imágenes) en mis actividades de enseñanza. D32. Utilizo sistemas basados en Inteligencia Artificial Generativa para personalizar el aprendizaje de mis estudiantes. D33. He implementado proyectos o actividades de aprendizaje colaborativo que involucren el uso de tecnologías de Inteligencia Artificial Generativa.

Variable	Dimensión	Ítem
	Obstáculos y Desafíos en la Implementación de la Inteligencia Artificial Generativa en la Enseñanza	D41. La falta de acceso a tecnologías adecuadas es un obstáculo para la implementación efectiva de la Inteligencia Artificial Generativa en mi práctica docente. D42. Siento que la curva de aprendizaje para dominar las herramientas de Inteligencia Artificial Generativa es demasiado pronunciada. D43. Identifico la falta de tiempo como un desafío para integrar adecuadamente la Inteligencia Artificial Generativa en mis actividades de enseñanza.
	Recomendaciones para Mejorar Competencias Digitales Docentes en la Incorporación de la Inteligencia Artificial Generativa	D51. Considero que se necesitan programas de capacitación específicos para ayudar a los docentes a comprender y utilizar la Inteligencia Artificial Generativa de manera efectiva. D52. Sugiero la impartición de cursos de capacitación donde se explique cómo integrar la Inteligencia Artificial Generativa en diferentes disciplinas. D53. Recomiendo establecer comunidades de práctica donde los docentes puedan compartir experiencias y mejores prácticas relacionadas con la Inteligencia Artificial Generativa.

## 2.6 Análisis de confiabilidad y consistencia interna

Para evaluar la confiabilidad y consistencia interna del instrumento, se realiza el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach ( $\alpha$ ), que permite estimar la fiabilidad de un instrumento de medida a partir de un conjunto de ítems que se espera que midan una dimensión teórica única de un constructo latente, si los datos tienen una estructura multidimensional, el valor de consistencia interna es bajo, lo que indica una falta de coherencia en las puntuaciones que forman el constructo teórico que se desea medir [18]. Por lo general, se considera que los instrumentos confiables tienen un valor alfa de Cronbach superior a 0.70 [22] [23].

Para la validación del instrumento se utilizará la librería “pingouin” de Phyton que proporciona una función específica para calcular el alfa de Cronbach. En el caso de la realización de la matriz de correlación de los ítems se utilizaron las librerías pandas, seaborn y matplotlib de Phyton.

## 3 RESULTADOS

El resultado de los 15 reactivos es un coeficiente Alfa de Cronbach 0.8518, lo que indica que el instrumento tiene una buena confiabilidad y consistencia interna, considerando [24] y su propuesta metodológica que a partir de un valor entre 0.80 y 0.90 es bueno.

*Tabla 3. Estadístico Alfa de Cronbach del instrumento (n=121)*

Alfa de Cronbach	Cantidad de ítems
0.8518645022542328	15

De igual forma se realizó el cálculo del estadístico Alfa de Cronbach eliminando cada uno de los ítems para verificar si esta modificación permite contar con un coeficiente más alto teniendo como resultado que al eliminar el ítem D43 se eleva a 0.8667 sin embargo, no es una diferencia significativa con el coeficiente al considerar todos los ítems, por lo que se mantendrá en el cuestionario

*Tabla 3. Estadístico Alfa de Cronbach al eliminar ítems.*

Ítem	Alfa de Cronbach al eliminar el Ítem
D43:	0.8667

Ítem	Alfa de Cronbach al eliminar el Ítem
D42:	0.8659
D41:	0.8602
D23:	0.8533
D22:	0.8495
D51:	0.8488
D21:	0.8488
D13:	0.8461
D31:	0.8460
D52:	0.8444
D33:	0.8432
D53:	0.8432
D12:	0.8430
D11:	0.8429
D32:	0.8380

Posteriormente se realizó la matriz de correlación teniendo como principales hallazgos que en los ítems de la dimensión cinco “Recomendaciones para Mejorar Competencias Digitales Docentes en la Incorporación de la Inteligencia Artificial Generativa” existe una alta correlación ( $\geq 0.80$ ) por lo que se puede considerar que existe redundancia en su planteamiento.

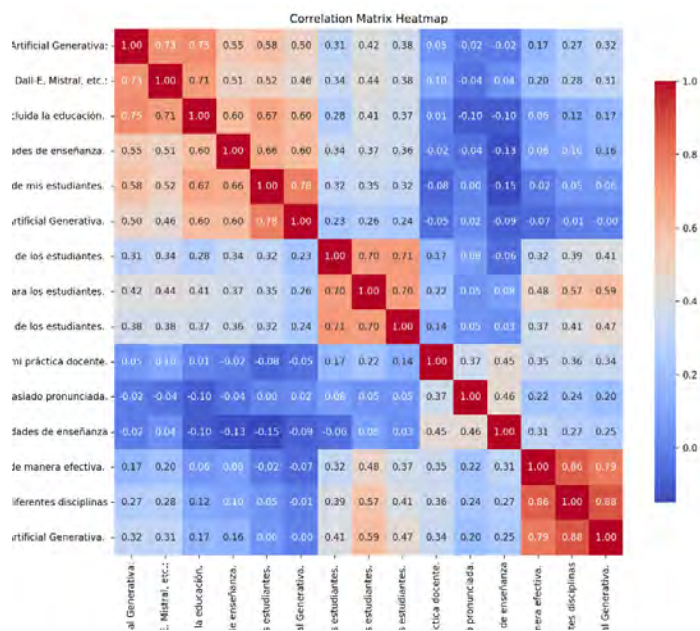


Figura 1. Matriz de correlación.

Por lo anterior se procederá a plantear el apartado de recomendaciones como un apartado extra con preguntas abiertas que permitan dar espacio a sugerencias de diversa índole de los docentes y no encuadrarlos en las opciones que se proporcionan. Después de haber realizado el proceso con los 15 ítems definidos, se considera confiable el instrumento al obtener alfa Cronbach de .8518 para realizar un diagnóstico del conocimiento y uso de la IAG en los docentes.

## 4 CONCLUSIONES

Este estudio sobre el diseño de un instrumento de diagnóstico sobre el nivel de conocimiento y uso de la IAG en docentes de nivel superior proporciona una valiosa perspectiva para establecer estrategias de formación y actualización docente en temas de IAG a partir de su demostrada confiabilidad. Contar con esta herramienta de diagnóstico permitirá a la institución tener un punto de partida para la incorporación de la IAG en la práctica educativa de una forma orientativa acorde con las necesidades detectadas lo que permita encontrar un equilibrio entre la innovación tecnológica y la atención a las necesidades educativas aprovechando plenamente el potencial de la IAG [25, p. 24].

Es importante mencionar que, al ser un área en constante cambio y evolución, el instrumento deberá ser revisado y actualizado conforme las herramientas de IAG surgen o cambien para contar con una herramienta funcional y acorde al contexto actual. Como trabajo a futuro se plantea la aplicación del instrumento y con base en los resultados determinar rutas de capacitación a los docentes con talleres y cursos prácticos para mejorar las capacidades de investigación, personalizar la educación y agilizar los procesos administrativos, lo que en última instancia contribuirá a mejorar la calidad de la educación e investigación en la educación superior [26, p. 253].

## REFERENCIAS

- [1] G. P. Chávez-Granizo, J. K. Castro-Game, M. A. Ibarra-Martínez, y Y. F. T. Tobar-Flores, “La inteligencia artificial en la educación superior: oportunidades y amenazas”, RECIAMUC, 2024, doi: 10.26820/reciamuc/8.(1).ene.2024.71-79.
- [2] UNESCO, “Inteligencia artificial y educación: guía para las personas a cargo de formular políticas -”. UNESCO Biblioteca Digital, 2021. Consultado: el 21 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>
- [3] S. Giannini, “La IA generativa y el futuro de la educación”. UNESCO Biblioteca Digital, 2023. Consultado: el 7 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877_spa)
- [4] OECD/CAF, “Uso estratégico y responsable de la inteligencia artificial en el sector público de América Latina y el Caribe”, OECD. Consultado: el 13 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.oecd.org/es/publications/2022/03/the-strategic-and-responsible-use-of-artificial-intelligence-in-the-public-sector-of-latin-america-and-the-caribbean\\_17c90e5e.html](https://www.oecd.org/es/publications/2022/03/the-strategic-and-responsible-use-of-artificial-intelligence-in-the-public-sector-of-latin-america-and-the-caribbean_17c90e5e.html)
- [5] UNESCO, “Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación”. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2024. [En línea]. Disponible en: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389227_spa)
- [6] Universidad Nacional Autónoma de México, “Recomendaciones para el uso de Inteligencia Artificial Generativa en la docencia”. UNAM, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://cuaieed.unam.mx/descargas/recomendaciones-uso-iagen-docencia-unam-2023.pdf>
- [7] Universidad de Guadalajara, “Orientaciones y definiciones sobre el uso de la inteligencia artificial generativa en los procesos académicos”. Universidad de Guadalajara Virtual, 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.udgvirtual.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/guia\\_ia\\_udg.pdf](https://www.udgvirtual.udg.mx/sites/default/files/adjuntos/guia_ia_udg.pdf)
- [8] M. E. Chávez Solís, E. Labrada Martínez, E. Carbajal Degante, E. Pineda Godoy, y Y. Alatrastre Martínez, “Inteligencia artificial generativa para fortalecer la educación superior”, LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 2023, doi: 10.56712/latam.v4i3.1113.
- [9] E. I. B. Cedeño, A. R. T. Quintero, O. G. A. Quiñónez, M. E. P. Zamora, y N. G. V. Prado, “Análisis de tendencias y futuro de la Inteligencia Artificial en la Educación Superior: perspectivas y desafíos”, Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 2024, doi: 10.37811/cl\_rcm.v8i1.9637.
- [10] M. M. Pereyra, “IA generativa, educación superior y comunicación: los desafíos por venir”, Question/Cuestión, 2023, doi: 10.24215/16696581e858.

- [11] I. Cornejo-Plaza y R. Cippitani, “Consideraciones éticas y jurídicas de la Inteligencia Artificial en Educación Superior: desafíos y perspectivas”, *Revista de Educación y Derecho*, 2023, doi: 10.1344/reyd2023.28.43935.
- [12] C. G. Gallent Torres, A. Z. González Zapata, y J. L. O. Hernando Ortego, “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*, 2023, doi: 10.30827/relieve.v29i2.29134.
- [13] R. del Amor, A. Colomer, y V. Naranjo, “El rol de la inteligencia artificial generativa en la educación: beneficios potenciales de ChatGPT para promover el aprendizaje en tareas de programación en Python”, *In-Red 2023 - IX Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red*, 2023, doi: 10.4995/inred2023.2023.16621.
- [14] R. E. Atencio-González, D. E. Bonilla-Ron, M. V. Miles-Flores, y S. Á. López-Zavala, “Chat GPT como Recurso para el Aprendizaje del Pensamiento Crítico en Estudiantes Universitarios”, *CIENCIAMATRIA*, 2023, doi: 10.35381/cm.v9i17.1121.
- [15] A. E. G. Falckenheiner, S. V. Rojas, R. A. C. Barco, M. A. F. Mori, L. E. P. Champi, y P. P. Aguirre, “IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACION SUPERIOR”, *AD MAJOREM PATRIAE GLORIAM*, 2023, doi: 10.61556/ampg.v5i06.71.
- [16] I. A. Sánchez Osorio, “Inteligencia Artificial en la Educación Superior: Un Análisis Bibliométrico”, *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 2023, doi: 10.54674/ess.v35i2.820.
- [17] “Misión Institucional – TecNM campus Coatzacoalcos”. Consultado: el 20 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://itesco.edu.mx/Web/mision-institucional/>
- [18] P. B. Ramírez-Ayala, “Diseño y validación de un instrumento de evaluación del nivel de violencia desde la perspectiva docente en instituciones educativas, Luque 2023: Design and Validation of an Instrument for Evaluating the Nivel of Violence from the Teacher’s Perspective in Educational Institutions, Luque 2023”, *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 5, núm. 2, Art. núm. 2, abr. 2024, doi: 10.56712/latam.v5i2.1968.
- [19] H. Ñaupas-Paitán, M. R. Valdivia-Dueñas, J. J. Palacios-Vilela, y H. E. Romero-Delgado, *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*, 5ta ed. Colombia: Ediciones de la U, 2018.
- [20] I. Montero y O. León, “A guide for naming research studies in Psychology”, *International Journal of Clinical and Health Psychology*, vol. 7, núm. 3, pp. 847–862, 2007, [En línea]. Disponible en: [https://www.aepc.es/ijchp/GNEIP07\\_es.pdf](https://www.aepc.es/ijchp/GNEIP07_es.pdf)
- [21] B. García-Cabrero, J. Loredó-Enríquez, y G. Carranza-Peña, “Análisis de la práctica educativa de los docentes: pensamiento, interacción y reflexión”, *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 10, ago. 2008, Consultado: el 2 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://redie.uabc.mx/redie/article/view/200>
- [22] R. Hernández Sampieri y C. F. Fernández-Collado, *Metodología de la investigación*, Sexta edición. México D.F.: McGraw-Hill Education, 2014.
- [23] H. Galindo-Domínguez, *Estadística para no estadísticos: una guía básica sobre la metodología cuantitativa de trabajos académicos*. España, 2020.
- [24] E. Chaves-Barboza y L. Rodríguez-Miranda, “Análisis de confiabilidad y validez de un cuestionario sobre entornos personales de aprendizaje (PLE)”, *Revista Ensayos Pedagógicos*, vol. 13, núm. 1, Art. núm. 1, jul. 2018, doi: 10.15359/rep.13-1.4.
- [25] E. L. Muñoz-Andrade, “Aplicación de la inteligencia artificial en la educación superior”, *Docere*, 2024, doi: 10.33064/2023docere295075.
- [26] L. Márquez-Benavides, E. L. M. Goytía, y L. A. G. Ramírez, “El uso de la inteligencia artificial en un entorno académico”, *Ciencia Nicolaita*, 2023, doi: 10.35830/cn.vi89.721.



# VIDEOJUEGO “BIG BRAIN ACADEMY” PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN ALUMNOS DE PRIMARIA

Rosa Leticia Ibarra Martínez<sup>1</sup>, Héctor Luis López López<sup>1</sup>, Asia Cecilia Carrasco Valenzuela<sup>2</sup>, Jesús Ivan Aramburo Gutiérrez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, UAP Ruben Jaramillo (MÉXICO)

## Resumen

Esta investigación examina la implementación de tecnologías educativas (EdTech) en la Unidad Académica Primaria Cuitláhuac, ubicada en Mazatlán, Sinaloa, enfocándose en las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. Se adopta una metodología mixta, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos, que incluye entrevistas y análisis del desempeño académico, con el objetivo de evaluar cómo las herramientas tecnológicas pueden mejorar el proceso de aprendizaje. La investigación-acción permite identificar desafíos específicos de la región, como la conectividad limitada y la necesidad de adaptar las estructuras educativas para integrar efectivamente las EdTech. Los hallazgos preliminares sugieren que el uso de videojuegos educativos, específicamente Big Brain Academy, puede facilitar la adquisición de habilidades cognitivas y académicas, promoviendo un aprendizaje más dinámico y atractivo. Además, se espera que esta investigación contribuya al desarrollo de estrategias innovadoras que fortalezcan la educación en niños de primaria. La necesidad de incorporar tecnologías educativas en el aula se convierte en un imperativo para ofrecer oportunidades equitativas de aprendizaje y mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de nivel básico en escuelas públicas de la región. Esta investigación tiene como finalidad no solo identificar las habilidades adquiridas a través de EdTech, sino también fomentar un entorno educativo más inclusivo y adaptado a las necesidades contemporáneas.

Palabras clave: EdTech, videojuegos, aprendizaje, dificultades de aprendizaje, investigación-acción.

## Abstract

This research examines the implementation of educational technologies (EdTech) at the Unidad Académica Primaria Cuitláhuac, located in Mazatlán, Sinaloa, focusing on the learning difficulties of students. A mixed methodology is adopted, combining qualitative and quantitative approaches, which includes interviews and analysis of academic performance, with the aim of assessing how technological tools can enhance the learning process. Action research allows for the identification of specific regional challenges, such as limited connectivity and the need to adapt educational structures to effectively integrate EdTech. Preliminary findings suggest that the use of educational video games, specifically Big Brain Academy, can facilitate the acquisition of cognitive and academic skills, promoting a more dynamic and engaging learning experience. Furthermore, this research is expected to contribute to the development of innovative strategies that strengthen education for primary school children. The need to incorporate educational technologies in the classroom becomes imperative to provide equitable learning opportunities and improve the academic performance of basic education students in public schools in the region. This research aims not only to identify the skills acquired through EdTech but also to foster a more inclusive educational environment adapted to contemporary needs.

Keywords: EdTech, video games, learning, learning difficulties, action research.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los problemas de aprendizaje representan un desafío importante en el ámbito educativo, afectando no solo el rendimiento académico de los estudiantes, sino también su autoestima y motivación para aprender. Esta situación se complica aún más en un contexto donde las instituciones educativas carecen del equipamiento tecnológico necesario y del personal profesional capacitado para abordar estas dificultades. Ante este

panorama, surge la necesidad de investigar la implementación de estrategias innovadoras, como el uso de tecnologías educativas (EdTech), para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes que enfrentan dificultades académicas.

### **1.1 Planteamiento de la Investigación**

En la Escuela Primaria Cuitláhuac, se ha observado un notable incremento de problemas de aprendizaje entre los alumnos, lo que representa un desafío tanto para los docentes como para los padres de familia. Estos problemas afectan el rendimiento académico de los estudiantes, quienes, a pesar de su empeño y motivación, no logran alcanzar los niveles de aprendizaje esperados. La falta de estrategias adecuadas para abordar estas dificultades y la escasez de equipamiento tecnológico en las instituciones educativas limitan la capacidad de los profesores para innovar y atender adecuadamente estas necesidades.

Además, la insuficiente formación de los docentes en el manejo de problemas de aprendizaje dificulta la identificación de los alumnos que requieren apoyo adicional. En este contexto, se hace evidente la necesidad de incorporar estrategias innovadoras, como las EdTech, que puedan facilitar el aprendizaje y mejorar las habilidades cognitivas de estos estudiantes. A través de herramientas como los videojuegos educativos, se busca no solo potenciar el rendimiento académico, sino también crear un entorno de aprendizaje más inclusivo y estimulante, que permita a los alumnos de la primaria Cuitláhuac desarrollar habilidades y destrezas que les ayuden a superar sus dificultades y alcanzar su máximo potencial.

### **1.2 Justificación**

La educación es un derecho fundamental, y todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades, merecen recibir un apoyo adecuado que les permita alcanzar su máximo potencial. Incorporar EdTech en el aula no solo facilita la personalización del aprendizaje, sino que también puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes. Según estudios recientes, el uso de herramientas digitales ha demostrado ser efectivo en el desarrollo de habilidades cognitivas y en la mejora del rendimiento académico en diversas disciplinas [1];[2]. Por lo tanto, esta investigación se justifica en la necesidad de explorar cómo las EdTech pueden ser utilizadas para diagnosticar y mitigar las dificultades de aprendizaje, promoviendo un entorno educativo inclusivo y equitativo.

### **1.3 Objetivo de la Investigación**

Analizar el desempeño de los alumnos de la Unidad Académica Primaria Cuitláhuac con la finalidad de detectar habilidades y destrezas desarrolladas al momento en que los estudiantes interactúan con la tecnología educativa (EdTech), específicamente mediante el uso de videojuegos como herramientas innovadoras. Este análisis busca evaluar la efectividad de dichas estrategias de neuroeducación en la mejora del rendimiento académico y en la promoción de habilidades cognitivas relevantes, con el objetivo de crear un entorno de aprendizaje más inclusivo y motivador para aquellos estudiantes que enfrentan dificultades de aprendizaje.

El uso de videojuegos como herramienta educativa ha ganado interés en la investigación debido a su potencial para mejorar diversas habilidades cognitivas y académicas. En particular, los videojuegos desarrollados por Nintendo, como Big Brain Academy, han sido objeto de estudio para evaluar su efectividad en el aprendizaje. Estos estudios [3] han demostrado que dichos videojuegos pueden mejorar habilidades cognitivas fundamentales, así como el rendimiento académico en diversas disciplinas. Los videojuegos de acción, así como otros géneros, han mostrado la capacidad de facilitar el aprendizaje y optimizar la memoria de trabajo. Además, los videojuegos de entretenimiento han sido reconocidos como efectivos en contextos educativos, proporcionando un enfoque innovador que complementa las metodologías de enseñanza tradicionales.

Además, el diseño de videojuegos debe enfocarse en mantener la motivación y asegurar la transferencia de conocimientos. Los videojuegos activos también pueden ser beneficiosos para el desarrollo de habilidades motoras en niños con desarrollo no típico. En resumen, los videojuegos representan una herramienta prometedora para la educación y el desarrollo cognitivo.

## 1.4 Antecedentes

### 1.4.1 Big Brain Academy: Batalla de Ingenio

Según la página oficial de Nintendo, [4] Big Brain Academy: Batalla de Ingenio es un videojuego del género de lógica que permite a los jugadores ejercitar su mente y poner a prueba su vigor mental. Este juego es altamente recomendable para personas de todas las edades debido a la combinación de diversos elementos que lo hacen atractivo y educativo. Más allá de simplemente medir la inteligencia del usuario, el objetivo principal de Big Brain Academy es fomentar el desarrollo de cinco habilidades cognitivas específicas: Agudeza, Percepción, Memoria, Análisis y Cálculo, a través de una serie de desafíos rápidos y entretenidos. En este contexto, el juego promueve un enfoque positivo, ya que no penaliza a los jugadores por cometer errores, sino que los alienta a resolver problemas correctamente. Esto se logra mediante pequeñas recompensas motivadoras y la emocionante competencia del modo multijugador, que se mantiene como una de las características más destacadas de esta edición.

La interfaz principal del videojuego ofrece dos opciones: Academia y Modo Fiesta. Al seleccionar la primera opción, un guía virtual da la bienvenida al jugador y se procede a crear un perfil como alumno. Desde esta sala inicial, los jugadores pueden acceder a los cuatro modos principales del juego. Cabe destacar que uno de estos modos permanecerá bloqueado hasta que el jugador haya completado todos los minijuegos y obtenido al menos una calificación de 400 puntos.

Los modos de juego disponibles son los siguientes:

- **Modo Examen:** Este consiste en una serie de cinco desafíos, cada uno representando una de las categorías clave del juego. Estos desafíos no solo evalúan la capacidad mental del jugador, sino que también ofrecen consejos útiles para mejorar en futuras partidas.
- **Modo Repaso:** Su finalidad es fortalecer habilidades específicas o proporcionar entretenimiento a través de pruebas particulares. Este modo actúa como un acceso directo a cada actividad, permitiendo al jugador enfocarse en áreas que desee mejorar.
- **Modo Batalla Fantasma:** Esta opción multijugador se integra directamente en la Academia, cargando los perfiles de otros jugadores según su rendimiento mental. Esto permite a los usuarios competir de manera asincrónica con jugadores de todo el mundo, eliminando las barreras del idioma.

A medida que se evalúa el rendimiento del jugador a través de aciertos, tiempos de respuesta y reflejos, se construye y moldea su perfil como estudiante. Big Brain Academy recompensa constantemente los avances con pequeñas recompensas, y ajusta los desafíos y la progresión del juego en función de los logros del jugador. Adicionalmente, se ofrece una opción denominada "Ayuda Infantil," que puede ser activada en cualquier momento para evitar que los ejercicios se vuelvan excesivamente difíciles. Aunque está diseñada para niños pequeños, esta herramienta también puede ser útil para cualquier persona que desee disfrutar del juego sin enfrentarse a niveles de dificultad desafiantes.

El nivel de dificultad en Big Brain Academy aumenta constantemente a medida que avanza el jugador, adaptándose hábilmente a su perfil. Este enfoque asegura que cada actividad tenga un alto grado de rejugabilidad, motivando a los jugadores a esforzarse por superar sus resultados anteriores.

Los minijuegos dentro de Big Brain Academy: Batalla de Ingenio, se organizan en las siguientes categorías:

#### Categoría Agudeza

- **Topa Topos:** En este minijuego, aparecerán varios hoyos en el suelo, cuya cantidad aumentará si el usuario ejecuta correctamente las acciones. Un objetivo, visible en la parte posterior del mapa, atraerá a los topos, y el jugador deberá golpear aquellos que se correspondan con el objeto mostrado.
- **Zoo Cálculo:** Una pantalla oscura se iluminará para revelar una gran cantidad de animales. Después de observar, el jugador deberá elegir el animal más numeroso de entre 2 a 3 opciones.
- **Rellenahuecos:** Se presentará una imagen en movimiento con un espacio faltante. El jugador debe seleccionar entre varias opciones en la parte inferior para determinar cuál es el recuadro que falta.

- Foto Borrosa: En este minijuego, el jugador deberá adivinar el animal que aparece en una imagen. A medida que se le dé más tiempo, la imagen se hará más clara, pero el tiempo perdido reducirá su puntuación.

#### Categoría Memoria

- Memoria Veloz: Se mostrará un número en la parte superior que desaparecerá de inmediato. El objetivo es recordar y teclear el número en el teclado numérico de la parte inferior.
- Cartas Casuales: Los jugadores memorizarán varios elementos y sus posiciones. Algunos de estos desaparecerán, y el jugador deberá seleccionar los que faltan entre las opciones que aparecen en la parte inferior.
- Recuerdo Inverso: Los elementos aparecerán en una secuencia que el jugador deberá recordar y reproducir de manera inversa.
- Jaulas Bailarinas: Se verán varias jaulas, algunas con pájaros. Tras cubrir y mover las jaulas, el objetivo es recordar cuáles contenían pájaros.

#### Categoría Análisis

- Cuentacubos: El objetivo es contar la cantidad de cubos y tocar el número correcto en la parte inferior.
- Peso Pesado: Se presentarán varias balanzas, y el jugador deberá identificar el elemento más pesado.
- Cincelado: Se mostrará una figura en la parte superior, y el jugador deberá destruir bloques innecesarios para formar la figura correcta con los que quedan.
- Exclusión: Se proporcionará una descripción que el jugador deberá seguir para seleccionar los elementos correctos, prestando atención al orden indicado.

#### Categoría Cálculo

- Combinatoria: El jugador deberá contar la cantidad de objetos en la parte superior y seleccionar dos grupos en la parte inferior cuya suma coincida con el número total.
- Cómputo: Se presentará una columna de bloques numerados, y el jugador deberá dejar los números necesarios para alcanzar una cifra propuesta.
- Hora Exacta: El jugador deberá ajustar las agujas de un reloj virtual para indicar la hora correcta.
- Pincha Globos: El objetivo es estallar globos con números en orden ascendente.
- Revienta Globos: Similar al anterior, el jugador deberá reventar globos en secuencia de menor a mayor.

#### Categoría Percepción

- En Forma: Se presentará una figura compuesta por piezas pequeñas, y el jugador deberá seleccionar las piezas sueltas que forman parte de la figura.
- Sombras Oscilantes: Aparecerán siluetas de animales en la parte superior, y el jugador deberá seleccionar los que correspondan a las figuras dibujadas en la parte inferior.
- Guía el Tren: El jugador deberá colocar tramos de vías para completar el recorrido de un tren, evitando que descarrile.
- Ángulo Correcto: Se presentará una figura en una plataforma, y el jugador deberá seleccionar el punto de vista correcto desde el que se debe observar.

## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Enfoque y metodología

Esta investigación utiliza una metodología mixta con un enfoque de investigación-acción, que combina aspectos cualitativos y cuantitativos para ofrecer una perspectiva más completa del fenómeno de estudio. El enfoque cualitativo permite captar las experiencias y percepciones subjetivas de los estudiantes en torno al uso de videojuegos como herramienta educativa, explorando sus valores y creencias en un contexto

específico [5]. A su vez, el enfoque cuantitativo recopila datos numéricos objetivos para medir el impacto de la intervención, mediante evaluaciones estructuradas que permiten comparar el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

La investigación-acción, según [6], se caracteriza por un proceso cíclico de planificación, acción, observación y reflexión. En este estudio, se lleva a cabo a través de una intervención educativa con el uso del videojuego Big Brain Academy: Batalla de Ingenio, diseñada para desarrollar habilidades cognitivas específicas. La investigación-acción permite, además, realizar ajustes continuos durante el proceso para mejorar los resultados y adaptar la intervención según las necesidades observadas. Este enfoque metodológico permite no solo evaluar la eficacia de la EdTech [7], sino también comprender cómo los estudiantes perciben y se benefician de su uso.

## 2.2 Población y muestra

El estudio se llevó a cabo en el nivel de educación básica en la escuela primaria Cuitláhuac, con domicilio en calle Privada de la Puntilla Num. Ext. 1315, Colonia Olimpica, de la ciudad de Mazatlán, es de zona Urbana y de turno vespertino. Los alumnos que participan en el estudio son del sexto grado grupo A.

El grupo de 6to A, consta de 21 alumnos inscritos, de aquí se forman 2 grupos uno de control y uno experimental con los cuales se aplicó el uso de EdTech.

### 2.2.1 Grupo de Control

Está conformado por 11 alumnos los cuales 7 son niños y 4 son niñas, de esta forma, se distribuye el género de los alumnos para obtener resultados más diversos, la mayoría de los alumnos llevan tomando sus clases de forma normal por lo que su adaptación curricular no se ve afectada, estos estudiantes toman el método de enseñanza tradicional impartido por el profesor de forma habitual.

### 2.2.2 Grupo Experimental

Está conformado por 10 alumnos los cuales 4 son niños y 6 son niñas, así mismo, como en el grupo de control se tiene una distribución de género en el alumnado, el método de enseñanza que lleva a cabo el profesor en esta ocasión incluye la edtech, equipado con el proyector y el uso de la consola Nintendo Switch con el videojuego Big Brain Academy: Batalla de Ingenios. Para trabajar con el videojuego estos alumnos se formaron en parejas, quedando así 5 equipos.

## 2.3 Herramientas

La EdTech utilizada en este estudio será el videojuego Big Brain Academy: Batalla de Ingenio, que ofrece diversas actividades diseñadas para desarrollar habilidades cognitivas como agudeza, análisis, cálculo, percepción y memoria. Este videojuego consta de diferentes minijuegos contrarreloj que aumentan en dificultad, proporcionando una evaluación dinámica de las capacidades de los estudiantes.

Los datos cuantitativos se recopilarán mediante las puntuaciones obtenidas en estos minijuegos, que evaluarán el "vigor cerebral" de cada alumno. Estas puntuaciones servirán como base para medir el impacto del videojuego en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, además, las entrevistas cualitativas antes y después de la intervención permitirán captar las percepciones de los estudiantes sobre el uso de videojuegos en el aula, brindando un análisis integral de los efectos de la EdTech en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este enfoque metodológico mixto proporciona una visión más completa de la investigación, permitiendo correlacionar los resultados cuantitativos con las percepciones subjetivas de los participantes, y así evaluar de manera integral la eficacia de la intervención educativa.

## 2.4 Diseño de la investigación

Pre-test: En un primer momento se realizó una entrevista con los alumnos durante la cual se les aplicó una encuesta de percepción del uso de videojuegos para su aprendizaje.

Se planificó la estrategia para implementar la investigación-acción, en la cual se definió que se llevaría a cabo en 4 sesiones por semana, durante 4 semanas, con una duración de 1 hora por secciones en las cuales se haría uso del videojuego Big brain academy: Batalla de ingenios, así en equipos y por turnos, los estudiantes podían hacer uso del mando de la consola Nintendo switch.

En la primera y en la última sesión se aplicó el modo examen, para determinar el vigor cerebral promedio de los equipos, las sesiones intermedias fueron para dar un repaso a todos los minijuegos que Big Brain Academy: Batalla de Ingenios ofrece, permitiendo que los niños pudieran ir avanzando en los diversos niveles de dificultad conforme a sus propios logros lo permitían.

Post-test: Finalmente se volvió a hacer una encuesta para determinar si la percepción que los niños tuvieron sobre el uso de los videojuegos había cambiado después de la intervención.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Encuesta de percepción

En el pre-test se realizó una encuesta tanto al grupo de control como al grupo experimental el resultado se puede apreciar en el gráfico 1, se hizo uso de la estadística descriptiva para el análisis de los datos. La gráfica 2 muestra la encuesta de percepción aplicada en el post-test a los niños del grupo experimental para detectar si su percepción cambió después de la intervención. Las gráficas muestran como la percepción de los alumnos del grupo experimental si cambió significativamente pues se mostraron mucho mas positivos sobre las ventajas que el uso de videojuegos presentan en su aprovechamiento académico.

En un principio se observa como los niños encuestados no están muy convencidos en que los videojuegos pudieran aportar beneficios en su educación, ni creían que sus calificaciones pudieran mejorar después de jugar BigBrain Academy. Sin embargo después de la intervención la percepción del grupo experimental mejoró notablemente, en la encuesta Post- Test el 100% de los niños manifiestan que a través de los videojuegos pueden aprender cosas nuevas, además notaron que su aprovechamiento académico, mediante sus calificaciones si había mejorado al usar videojuegos.

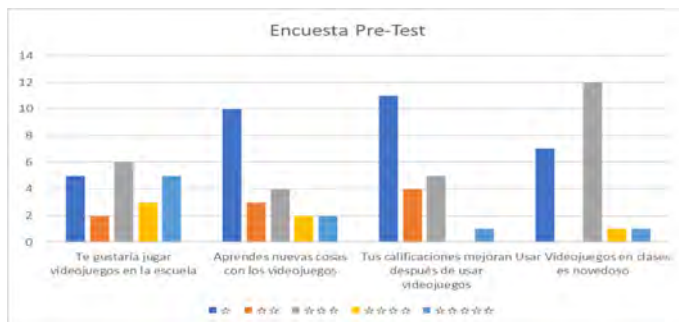


Gráfico 1. Encuesta Pre-Test sobre percepción del uso de Videojuegos en la educación.

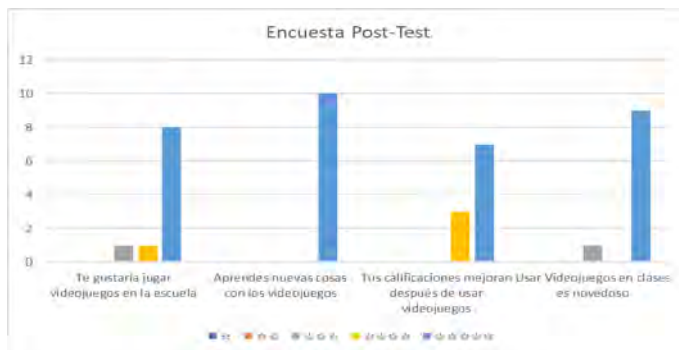


Gráfico 2. Encuesta Pos-Test sobre percepción del uso de Videojuegos en la educación.

### 3.2 Examen de Vigor Cerebral

En esta investigación se realizó un examen inicial, para lo cual el grupo de 10 alumnos se organizó en parejas. Cada pareja participó en el examen que aplicaba el videojuego, el cual consistía en 5 minijuegos distribuidos en 5 categorías: agudeza, memoria, análisis, cálculo y percepción. Cada categoría contenía 4 minijuegos seleccionados de manera aleatoria por el sistema. Los resultados obtenidos en esta fase inicial del experimento se presentan a continuación en el Gráfico 1.

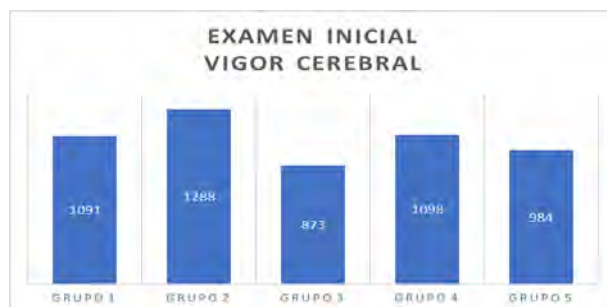


Gráfico 3. Examen inicial vigor cerebral.

Tras haber realizado el primer examen, se profundizó en las diferentes áreas cognitivas abordadas por los videojuegos utilizados. Durante las sesiones de repaso, se observó una notable mejora en la interacción de los alumnos tanto con sus compañeros como con el videojuego, lo que propició una reducción en los conflictos dentro del aula. Los estudiantes comenzaron a colaborar activamente, ayudando a aquellos que manejaban el control en ese momento, expresando sus opiniones y argumentando sobre las estrategias a seguir en el minijuego en curso.

A lo largo de las diferentes sesiones, se evidenció un progreso significativo en varios alumnos, quienes adoptaron diversas estrategias para aumentar su "vigor cerebral", lo cual se reflejaba en un mayor puntaje. Algunos mostraron una actitud más competitiva, buscando superar las puntuaciones de sus compañeros, lo que, a su vez, mejoró considerablemente el ambiente general del aula, fomentando un entorno alegre y dinámico, sin caer en el aburrimiento.

Los estudiantes más tímidos comenzaron a participar activamente al formar equipos y resolver los minijuegos de manera más rápida y eficiente. Esto indicó una mejora en la comunicación de aquellos que generalmente no participaban en clase, aumentando su confianza al interactuar con sus compañeros. Además, se observó un progreso en la capacidad de los alumnos para definir estrategias que les permitieran superar los desafíos del videojuego a medida que avanzaban en los niveles de dificultad.

La mayoría de los estudiantes manifestó que su estado de ánimo era más positivo durante las sesiones, ya que jugar a los videojuegos en clase les resultaba una actividad placentera. Sin embargo, en algunos casos se observó frustración al no lograr mejorar en ciertas áreas cognitivas específicas, ya que las capacidades de cada alumno variaban. Algunos destacaban en la memoria, mientras que otros demostraban mayor habilidad en el análisis.

Durante el uso de la EdTech, se observó que la mayoría de los estudiantes encontraba más fácil resolver los minijuegos de la categoría de agudeza, que se centraban en visualizar situaciones y tomar decisiones rápidamente. Conforme se familiarizaban con los minijuegos de esta categoría, lograban resolverlos más ágilmente, obteniendo altas puntuaciones en "vigor cerebral". Por otro lado, la categoría que resultaba más desafiante para los participantes era la de cálculo, donde debían resolver problemas matemáticos, área en la que la mayoría obtenía las puntuaciones más bajas.

Al concluir todas las sesiones de repaso, se procedió a aplicar nuevamente el mismo examen que se utilizó al inicio de la investigación, con el fin de evaluar los avances obtenidos.

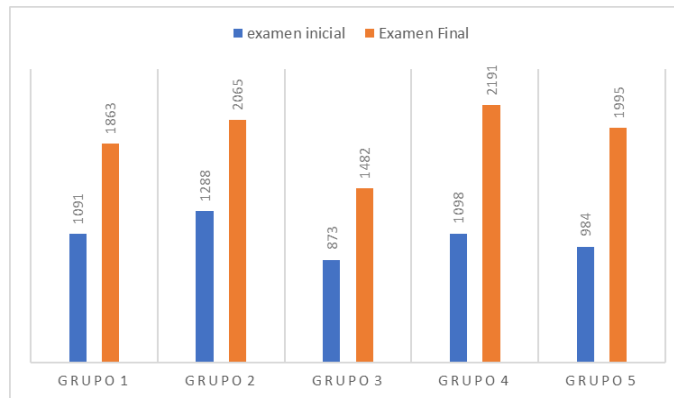


Gráfico 4. Comparación Examen Inicial y Examen Final.

Como se puede apreciar en el gráfico 4, el nivel de mejora es bastante notable del examen inicial a la evaluación final, el gráfico 5 muestra en términos de porcentaje el avance de nivel en vigor cerebral que presentaron cada uno de los cinco grupos de estudiantes que participaron en la intervención.

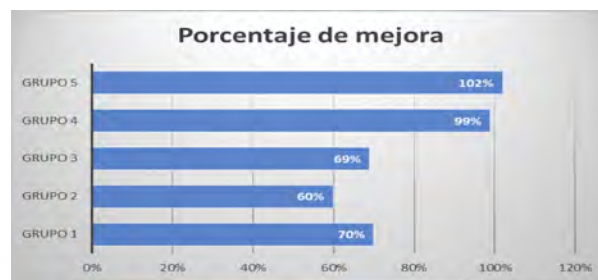


Gráfico 5 Porcentaje de Mejora en el Vigor Cerebral

En los primeros 3 grupos el porcentaje de mejora fue igual o mayor al 60% del vigor cerebral obtenido en la primera prueba de control, por otra parte, en el grupo 4 y 5 los niveles de mejora fueron más exitosos, alcanzando un porcentaje de mejora de alrededor del 100%, en los 5 grupos el vigor cerebral incrementó significativamente.

Su actividad cerebral fue en incremento pudiendo mejorar en el proceso las 5 áreas cognitivas: Agudeza, Percepción, Análisis, Cálculo y Memoria, pudiendo observar que el área que más avance tuvo fue el de cálculo, ayudando directamente a la materia activa en el plan de estudios: Matemáticas.

La motivación de los alumnos creció una vez que cambiaron su forma de mirar a los videojuegos, mostrando un mayor interés en poder usarlo en clases, debido a que muchos presentes tenían un concepto violento y de ocio hacia estos, esto también, permitió que los alumnos declararan sentir emociones agradables durante el uso y observación de la edtech, además, de su incremento participativo.

Asimismo, se pudo observar que todos los individuos presentaban timidez al principio de la primera sesión, pero cuando se utilizó la edtech, la gran mayoría quería hacer uso, se pudo observar que la comunicación para resolver los distintos minijuegos fue aumentando durante las sesiones, esto también permite asegurar que el potencial para el desarrollo de competencias de colaboración entre alumnos en el aula es muy favorable.

Comparando los resultados obtenidos por los estudiantes que utilizaron el videojuego se pudo observar que el grupo experimental hubo mejoras significativas en el vigor cerebral, tras estos resultados se pudo notar el incremento en las habilidades desarrolladas, prácticas y destrezas.



## 4 CONCLUSIONES

El uso de tecnologías educativas (EdTech) en el ámbito de la educación primaria ha demostrado ser una herramienta con un alto potencial para el aprendizaje. Los resultados de la presente investigación confirman que la integración de EdTech en las aulas genera efectos positivos significativos, lo que permite afirmar que su impacto es altamente favorable en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además de ser una fuente poderosa para la enseñanza de contenidos curriculares, las tecnologías educativas ofrecen oportunidades para el desarrollo de habilidades más específicas. Estas habilidades incluyen la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de colaboración, lo cual varía en función de la edad y las características del público al que están dirigidas. Las plataformas y recursos digitales presentan las condiciones necesarias para ser considerados materiales pedagógicos altamente efectivos, adaptables a diferentes contextos y niveles de aprendizaje.

Un aspecto relevante observado en la investigación es que muchos juegos educativos se centran en la resolución de problemas, incentivando a los estudiantes no solo a mejorar su desempeño académico, sino también a emplear estrategias cognitivas que aumentan su capacidad de análisis y comprensión. Los estudiantes tienden a concentrarse en mejorar sus puntuaciones, lo que, de manera indirecta, contribuye al fortalecimiento de su "vigor cerebral", mejorando así habilidades como la toma de decisiones y el aprendizaje autodirigido.

La comprensión de los contenidos a través de los juegos digitales ha resultado beneficiosa para los estudiantes, ya que la EdTech facilita el acceso a materias que, en otros formatos, podrían resultar más complejas. En este estudio, se evidenció que el uso de estas tecnologías favoreció el aprendizaje de asignaturas como español y matemáticas. Los propios estudiantes expresaron que, gracias a las herramientas digitales, percibieron mejoras significativas en la comprensión de los temas impartidos en sus clases tradicionales, lo que sugiere una transferencia positiva del aprendizaje entre los entornos digitales y presenciales.

### 4.1 Recomendaciones

A partir de los resultados altamente favorables obtenidos con la implementación de la estrategia en el grupo seleccionado, se recomienda expandir su aplicación a otros grupos así como otras escuelas primarias que aún no han adoptado esta metodología. Es fundamental que, al replicar la estrategia, se realicen las adaptaciones pertinentes para ajustarse a las particularidades de cada contexto escolar, con el fin de asegurar su éxito y efectividad en diversas áreas educativas.

Asimismo, es crucial promover la creación y desarrollo continuo de recursos educativos digitales que aborden de manera eficaz diferentes áreas del conocimiento, tales como matemáticas, español, ciencias naturales, entre otras disciplinas. La disponibilidad de estos recursos permitirá diversificar las estrategias pedagógicas y enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitando una educación más inclusiva y adaptada a las necesidades del alumnado.

En este sentido, se propone como línea de investigación futura el diseño de una estrategia específica para capacitar a los docentes en la creación, aplicación y diseño de recursos educativos digitales. Este enfoque permitirá a los educadores no solo utilizar las herramientas tecnológicas existentes, sino también desarrollar contenidos personalizados que respondan a las demandas pedagógicas de sus estudiantes.

Finalmente, se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales centradas en mejorar el aprendizaje de las matemáticas mediante el uso de la misma herramienta EdTech (Big Brain Academy: Batalla de Ingenios) empleada en el presente estudio. Dado que esta plataforma contiene actividades ricas en cálculos matemáticos y resolución de problemas, su potencial puede ser aprovechado de manera más específica en el área de matemáticas, con el objetivo de maximizar los beneficios observados y contribuir a investigaciones exitosas en este campo.

### 4.2 Desafíos y consideraciones con las EdTech

Existen muchos desafíos que debemos considerar al momento de implementar una EdTech en un aula, algunos de ellos son:

**Conectividad:** A pesar de los avances significativos en la conectividad en la comunidad, persisten desafíos importantes. Muchas áreas de la ciudad, especialmente en comunidades más vulnerables como los son las escuelas públicas, aún carecen de acceso adecuado a internet. Esto se traduce en que un número considerable de estudiantes enfrenta dificultades para acceder a plataformas educativas y recursos digitales, limitando su capacidad para beneficiarse de las herramientas tecnológicas disponibles. Además, la geografía de Mazatlán, con sus zonas rurales y semiurbanas, presenta un obstáculo adicional para garantizar una cobertura de conectividad uniforme.

**Adaptabilidad:** La incorporación de tecnologías novedosas en las escuelas públicas de educación básica de Mazatlán requiere no solo la actualización de infraestructura física, como la instalación de equipos y redes, sino también la adaptación de los horarios y rutinas escolares. Es fundamental que las instituciones educativas consideren cómo estas nuevas tecnologías pueden integrarse de manera efectiva en el currículo, promoviendo un ambiente de aprendizaje dinámico.

**Limitaciones Técnicas:** Para implementar efectivamente las EdTech en el aula, es imperativo contar con equipos tecnológicos adecuados y capacitación docente. En Mazatlán, muchas escuelas aún enfrentan la carencia de herramientas tecnológicas avanzadas que faciliten el uso de plataformas educativas. Esta situación puede obstaculizar la capacidad de los educadores para incorporar la tecnología en sus planes de estudio de manera efectiva, limitando el potencial de las EdTech para enriquecer la experiencia de aprendizaje de los alumnos.

## REFERENCIAS

- [1] R. S. Baker, P. S. Inventado, “Educational Data Mining and Learning Analytics”, en *Learning Analytics*, pp.61-75, Springer, 2014, Obtenido de: [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4)
- [2] J.P. Gee, “What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy”.en *Computers in Entertainment*, vol. 19, issue 1, pp.199-219, 2003, Obtenido de: <https://doi.org/10.1145/950566.950595>
- [3] T. Chuang, S. Su, Using mobile console games for multiple intelligences and education, “*Int. J. Mob. Learn. Organisation*”, vol.6, no. 3/4, pp. 204-217, 2012, Obtenido de: <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2012.050047>.
- [4] Nintendo, “Big Brain Academy: Batalla de Ingenios”, 2021, Obtenido de: [https://www.nintendo.com/es-es/Juegos/Juegos-de-Nintendo-Switch/Big-Brain-Academy-Batalla-de-ingenio-2034538.html?srltid=AfmBOoqCx8iPTIBEc0DMb-c5wlAKC6\\_v6c2UtQ7IbxiFN8a6kwAu3nux](https://www.nintendo.com/es-es/Juegos/Juegos-de-Nintendo-Switch/Big-Brain-Academy-Batalla-de-ingenio-2034538.html?srltid=AfmBOoqCx8iPTIBEc0DMb-c5wlAKC6_v6c2UtQ7IbxiFN8a6kwAu3nux)
- [5] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and P. Baptista Lucio, “*Metodología de la investigación*”, 5th ed. México: McGraw-Hill, 2010.
- [6] J. Saldaña, “*The Coding Manual for Qualitative Researchers*”, 3rd ed. London: SAGE Publications, 2016.
- [7] I. Laudonia, R. Mamlok-Naaman, S. Abels, I. Eilks, “Action research in science education – an analytical review of the literatura”, *Educational Action Research*, vol. 26, pp. 480 - 495. 2018. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/09650792.2017.1358198>.

# DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA LECTURA Y VISUALIZACIÓN DE UN MAPA RASTER UTILIZANDO LENGUAJE C#

Álvaro Peraza Garzón<sup>1</sup>, Mónica Avelina Gutiérrez Haros<sup>2</sup>, Juan Francisco Peraza Garzón<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Mazatlán (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Politécnica de Sinaloa (MÉXICO)

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

Este estudio presenta una metodología para la lectura y visualización de mapas raster utilizando el lenguaje de programación C#. Los mapas raster, son ampliamente utilizados en Sistemas de Información Geográfica (SIG), contienen información geoespacial en una estructura matricial que requiere herramientas especializadas para su análisis y representación. La metodología propuesta permite acceder a la información de píxeles individuales de un mapa raster mediante programación, sin depender exclusivamente de software SIG preexistente. Se desarrolló un software experimental denominado Mapixia Beta, que procesa archivos raster, garantizando su correcta lectura y visualización. Se realizaron pruebas comparativas con el software Idrisi Selva, verificando la exactitud en la representación de los mapas. Los resultados evidencian que el método propuesto es eficiente para interpretar mapas raster y visualizarlos con precisión, abriendo nuevas posibilidades para su aplicación en análisis geoespacial, planificación territorial y modelado ambiental. Se identificó como trabajo futuro la implementación de soporte para datos raster de tipo real y la optimización de la paleta de colores para una mejor interpretación visual.

Palabras clave: Bitmap, dato geoespacial, lenguaje C#, mapas raster, SIG.

## Abstract

This study presents a methodology for reading and visualizing raster maps using the C# programming language. Raster maps, widely used in Geographic Information Systems (GIS), contain geospatial information in a matrix structure that requires specialized tools for analysis and representation. The proposed methodology allows access to individual pixel information from a raster map through programming, without relying exclusively on pre-existing GIS software. An experimental software called Mapixia Beta was developed to process raster files, ensuring their correct reading and visualization. Comparative tests were conducted with Idrisi Selva software, verifying the accuracy of map representation. The results demonstrate that the proposed method is efficient for interpreting raster maps and visualizing them accurately, opening new possibilities for their application in geospatial analysis, territorial planning, and environmental modeling. Future work includes implementing support for real-type raster data and optimizing the color palette for better visual interpretation.

Keywords: Bitmap, geospatial data, C# Language, raster maps, SIG.

## 1 INTRODUCCIÓN

En una sociedad cada vez más interconectada, el acceso a mapas y sus datos geoespaciales o geográficos, impulsa el desarrollo en cualquier ámbito, como en el transporte, el monitoreo social, ambiental, etc. Además, facilita la implementación de soluciones tecnológicas como los sistemas de navegación, de geolocalización, aparte de contribuir al desarrollo de ciudades inteligentes. Su integración en la vida cotidiana y en sectores estratégicos refuerza su papel como herramienta indispensable para el desarrollo sostenible y la innovación [1]. El manejo de estos datos tiene una amplia aplicación en diversos sectores como la planificación urbana, la gestión de recursos naturales, la agricultura, la logística, la respuesta a emergencias, entre otros. Esta tecnología permite analizar patrones espaciales y temporales, lo que permite servir como una herramienta para la toma de decisiones [2].

En la representación de la información geoespacial se utilizan principalmente dos formatos de mapas, los vectoriales o shape (con extensión de archivo \*.shp) y los matriciales o raster (con extensión \*.rst), cada uno de ellos tienen sus características específicas ideales para ciertos tipos de cálculos, entre los que destacan: análisis de usos de suelo, modelado, simulación territorial, etc.

A través de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se puede procesar la información en formato raster [3], pueden realizarse tareas como [4] [5]:

- **Análisis de Superficies:** Evaluación de elevaciones, pendientes y orientaciones del terreno para aplicaciones en geología, hidrología y planificación urbana.
- **Clasificación de Uso del Suelo:** Identificación y categorización de diferentes tipos de cobertura terrestre mediante imágenes satelitales.
- **Análisis de Riesgos Naturales:** Determinación de áreas susceptibles a inundaciones, deslizamientos u otros desastres naturales.
- **Planificación de Infraestructuras:** Selección de rutas óptimas para carreteras, líneas eléctricas u otras infraestructuras considerando el relieve y otros factores geográficos.

Estas tareas, se han realizado en distintas investigaciones como "Evaluación Multicriterio y Delimitación de Espacios Funcionales: Aplicación SIG para la Definición de Mapas Comarcales" en este trabajo, se emplea una combinación lineal de capas raster con diferentes criterios para delimitar espacios funcionales en mapas comarcales [6]. También en "Análisis espacial de los cambios de usos del suelo. Aplicación con SIG y teledetección" en este estudio se analizan los cambios en los usos del suelo mediante técnicas de SIG y teledetección, elaborando cartografía temática homogénea en formato raster con un tamaño de píxel de 20x20 metros [7].

Cabe señalar que en las diversas investigaciones analizadas, era notable la falta de una metodología específica para trabajar con un mapa raster fuera del ámbito de los SIG, por ejemplo, para acceder a la información de un píxel específico desde un lenguaje de programación. La falta y necesidad de tal información, fue el motivo principal de la presente investigación, siendo el objetivo central el de proporcionar una metodología para la lectura y visualización de un mapa raster, específicamente de aquellos con valores enteros y de tipo byte, que para este caso se utilizó el lenguaje C#.

En la siguiente sección se presentan los elementos necesarios para conocer y comprender las distintas herramientas y procedimientos, utilizados en el desarrollo de las actividades.

## 2 METODOLOGÍA

Se presenta en dos secciones (materiales y métodos), el conjunto de herramientas como: El lenguaje C# y los comandos necesarios para el manejo de archivos, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) necesarios para el procesamiento de información geoespacial, y se analiza también la estructura interna de los mapas raster necesarios para los experimentos. Por último se detallan las funciones para la apertura y muestra de un mapa utilizando C#.

### 2.1 Materiales

#### 2.1.1 Lenguaje C#

C# es un lenguaje de programación, orientado a objetos y desarrollado por Microsoft como parte de su plataforma .NET. Fue diseñado combinando características de lenguajes como C++ y Java, es ideal tanto para aplicaciones de escritorio como para desarrollo web y móvil. Ofrece una sintaxis clara y robusta, además de un sólido manejo de memoria. Es ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones empresariales y servicios en la nube. Su interoperabilidad con otros lenguajes y plataformas, junto con un fuerte soporte de herramientas, lo convierte en una opción versátil y completa [8]. Para la presente investigación se utilizó el lenguaje C# de Microsoft Visual Studio 2010 (64 bits) – Versión 10.0.40219.1 SP1.

### 2.1.2 Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una herramienta computacional diseñada para recopilar, almacenar, analizar y visualizar datos geospaciales o geográficos. Combina mapas digitales con bases de datos, permitiendo la representación y estudio de información vinculada a ubicaciones específicas en la superficie terrestre. Los SIG son esenciales en áreas como urbanismo, gestión ambiental, transporte, agricultura y planificación de infraestructuras, ya que facilitan la toma de decisiones basada en datos espaciales precisos. Además, permiten realizar análisis complejos, como modelado de terreno, evaluación de riesgos naturales y monitoreo de cambios ambientales. Su capacidad para integrar información de diversas fuentes, como imágenes satelitales y sensores remotos, aumenta su utilidad. Los SIG son herramientas clave para el desarrollo sostenible y la gestión eficiente de recursos, fomentando un enfoque basado en datos para resolver problemas espaciales [9]. En la presente investigación se utilizó el SIG Idrisi Selva 17.0 ®, para visualizar los mapas del experimento y como punto de comparación con lo desarrollado en C#.

### 2.1.3 Mapas y su estructura

Un mapa raster contiene información en un formato de malla de dos dimensiones, cada región del mapa está formada por un conjunto de píxeles, donde cada uno de ellos tiene una coordenada  $(x, y)$  y un valor numérico que va desde un conjunto de 8 bits a uno de 32 bits por píxel, esto eleva considerablemente la necesidad de espacio para almacenar su información [10]. Un mapa raster debe interpretarse a través de un segundo archivo, tiene extensión \*.RDC (Raster Data Configuration) es básicamente un archivo de texto plano que contiene la información necesaria para importar, a una matriz, la información contenida en el mapa. A continuación (Figura 1), se muestra un ejemplo de mapa raster "abc.rst", y con el uso del comando `type <nombre de archivo>` desde la consola en un sistema Windows 9, se muestra el RDC que le corresponde.

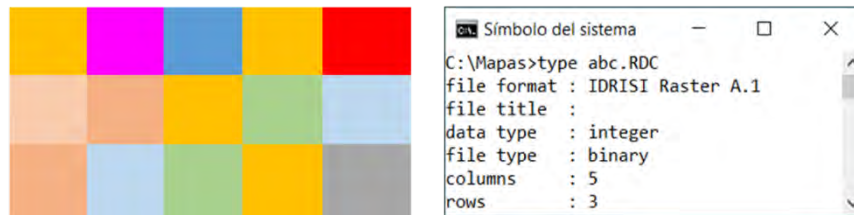


Figura 1. Mapa raster "abc.rst" y su par "abc.RDC", cada celda del raster representa un píxel.

Se pueden apreciar 4 propiedades fundamentales para la apertura del mapa:

- Data type: Tipo de dato contenido en el archivo, puede ser Integer, Byte o Real
- File Type: El tipo de archivo
- Columns y Rows: El total de columnas y filas que componen el mapa

Otro aspecto técnico a tomar en cuenta es que, al ser valores enteros de 16 bits para cada píxel, estos se encuentran divididos en dos bytes (8 bits por cada byte), por tanto, se deberá leer una secuencia total de 16 bits para después convertirlos a decimal. En el mapa "abc.rst" (Figura 2) se muestra el valor para cada píxel del mapa, y enseguida (Figura 3) se muestra la secuencia de lectura en donde los primeros dos bytes forman el valor de 10 decimal, correspondiente al píxel de la primera fila y columna del mapa (en una matriz esto equivaldría a la celda [0,0]), y el 5to par de bytes con valor de 1720 decimal, corresponden al último píxel de la primera fila del mapa (celda [0,4] en una matriz).

10	15	9	10	1720
1	14	10	11	13
14	13	11	10	12

Figura 2. Mapa raster "abc.rst" con los valores enteros para cada píxel

```

Archivo binario:

00000000000010100000000000011110000000000001001
0000000000001010000011010111000000000000000001
000000000000111000000000000010100000000000001011
000000000000110100000000000011100000000000001101
000000000000101100000000000010100000000000001100

10 = 0000000000001010
1720 = 0000011010111000
    
```

Figura 3. Valores binarios del archivo.

Con estas propiedades se puede observar que, para el caso de la Figura 1, los datos de cada pixel del mapa son del tipo integer (entero de 16 bits), el archivo que contiene el mapa es de tipo binario y que el mapa raster consta de 3 filas y 5 columnas. Se debe tener claro que al abrir el archivo binario, atendiendo lo indicado en el RDC, los datos se encontrarán de manera secuencial, es importante tomar en cuenta las filas y las columnas para construir la matriz y depositar en ella cada uno de los valores de los pixeles.

En la presente investigación, los experimentos se llevaron a cabo utilizando un mapa raster que representa 9 zonas de uso urbano, de la ciudad de Culiacán Sinaloa, para el año 2004 (Figura 4) y su par RDC (Figura 5), en donde se pueden apreciar los parámetros que se usarán para la apertura del mapa.

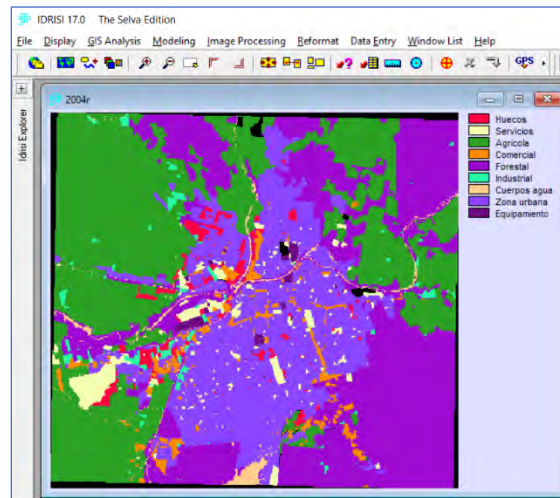


Figura 4. Vista de un mapa raster (archive 2004r.rst) utilizando el SIG IDRISI selva versión 17.0

El par RDC de la Figura 5 muestra que, el tipo de dato a interpretar es un valor entero (de 16 bits), el tipo de archivo es binario y el total de filas y columnas del mapa es de 366 filas x 397 columnas.

```

C:\Mapas>type 2004r.RDC
file format : IDRISI Raster A.1
file title :
data type   : integer
file type   : binary
columns    : 397
rows       : 366
    
```

Figura 5. Datos del RDC del mapa raster 2004r.rst

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Lectura y visualización del mapa

Se utilizaron principalmente las siguientes clases para el manejo e interpretación de archivos:

- `StreamReader`: Lee caracteres de un flujo de datos.
- `FileStream`: Permite leer y escribir bytes en un archivo.
- `BinaryReader`: Lee datos binarios desde un flujo de datos.
- `BitConverter`: Convierte tipos de datos primitivos a arrays de bytes.
- `Bitmap`: Representa una imagen de mapa de bits en memoria.
- `PictureBox`: Control de Windows Forms para mostrar imágenes.

En conjunto, las herramientas y métodos mencionados fueron utilizados para llevar a cabo los experimentos y elaborar los procedimientos necesarios.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Metodología

Como se observa en el apartado 2.1.3, el primer paso para la lectura de un mapa es verificar su RDC y sus 4 propiedades principales. Después, es necesario construir una matriz dados los valores del archivo RDC, además de respetar el orden de lectura de los valores binarios para posteriormente almacenarlos en la matriz. En este orden de ideas, se presenta a continuación (Figura 6) un algoritmo como componente metodológico, con las instrucciones necesarias para realizar la lectura y vaciado del mapa en una matriz.

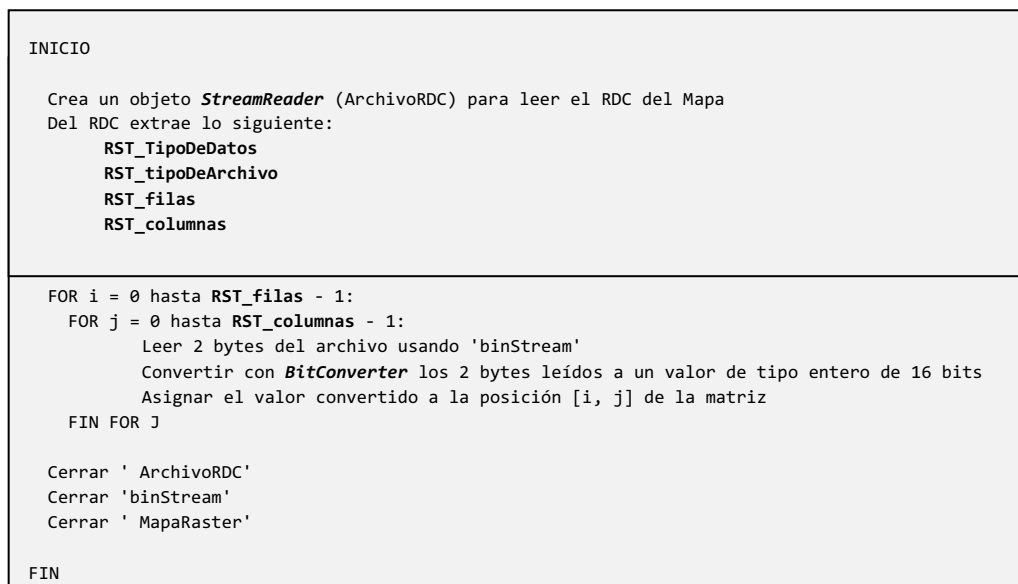


Figura 6. Algoritmo para la apertura del raster y su carga en una matriz.

Continuando con la explicación del algoritmo, una vez que se extraen datos necesarios del RDC con `StreamReader` para la creación de la matriz, se crea un objeto `FileStream` llamado `MapaRaster` que abre el archivo en modo solo lectura, se verifica el tipo de archivo (debe ser binario), y a continuación se crea un objeto `BinaryReader` (`binStream`) para leer datos binarios desde `MapaRaster`. Con un par de ciclos anidados se recorre la matriz por fila y columna, en cada iteración se leen 2 bytes del archivo, con `BitConverter` se convierten esos 2 bytes en un número entero de 16 bits y se almacena el resultado en la posición correspondiente de la matriz. Al finalizar los ciclos se cierran todos los flujos de datos.

Para la visualización del mapa en un área determinada (Figura 7), específicamente en un PictureBox, se crea el Bitmap con el mismo tamaño del mapa raster, se recorre la matriz celda por celda, y según su valor, se le asignará un color determinado al pixel.

```
INICIO
  mapaBit ← CrearBitmap(RST_columnas, RST_filas)

  FOR i DESDE 0 HASTA RST_filas - 1
    FOR j DESDE 0 HASTA RST_columnas - 1
      switch mapaMatrizInt[i, j]
        CASO 0: SetPixel(mapaBit, j, i, Negro)
        CASO 1: SetPixel(mapaBit, j, i, Rojo)
        CASO 2: SetPixel(mapaBit, j, i, Amarillo)
        CASO 3: SetPixel(mapaBit, j, i, Verde)
        CASO 4: SetPixel(mapaBit, j, i, Naranja)
        CASO 5: SetPixel(mapaBit, j, i, Morado)
        CASO 6: SetPixel(mapaBit, j, i, Aqua)
        CASO 7: SetPixel(mapaBit, j, i, Café)
        CASO 8: SetPixel(mapaBit, j, i, Azul)
        CASO 9: SetPixel(mapaBit, j, i, Morado)
        OTRO CASO: SetPixel(mapaBit, j, i, Negro)
      FIN switch
    FIN FOR j

  pictureBox1.Tamaño ← ObtenerTamaño(mapaBit)
  pictureBox1.Imagen ← mapaBit

FIN
```

Figura 7. Algoritmo para la visualización de un raster en un PictureBox.

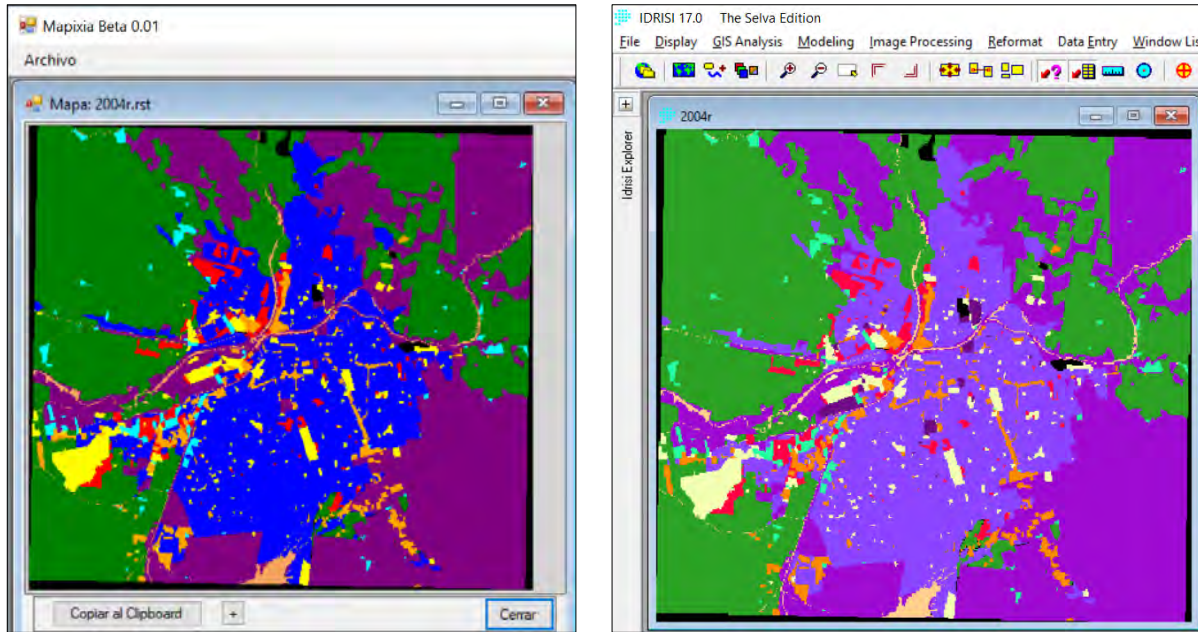
Teniendo en cuenta que los valores posibles para el tipo de dato de un mapa raster pueden ser **integer**, **byte** o **real**, es necesario definir una paleta de colores para interpretar cada uno de los valores o un rango de ellos. Cabe señalar que, en el algoritmo de visualización se utilizaron solamente 11 colores, debido a que eran suficientes para representar las 9 zonas urbanas presentes en el mapa del experimento, sin embargo el catálogo podría expandirse tanto como se ocupe.

Por último, el seguimiento a estos algoritmos es fundamental en el procesamiento de datos geoespaciales, asegurando la conversión de datos binarios a una representación matricial que se puede analizar o visualizar posteriormente. Para comprobar que el mapa haya sido correctamente leído y visualizado en C#, se debe comparar con el mismo mapa, pero ahora mostrado con IDRISI Selva.

### 3.2 Visualización de mapas

Para la elaboración de los experimentos, se desarrolló un software (Mapixia Beta) siguiendo lo descrito en los algoritmos del apartado anterior, escrito en lenguaje C#, fungió como área de pruebas para la apertura de distintos mapas. A continuación (Figura 8) se muestra el mapa raster de Culiacán 2004, a la izquierda en Mapixia Beta y a la derecha en Idrisi Selva. Visualmente se puede apreciar la similitud de ambos mapas.

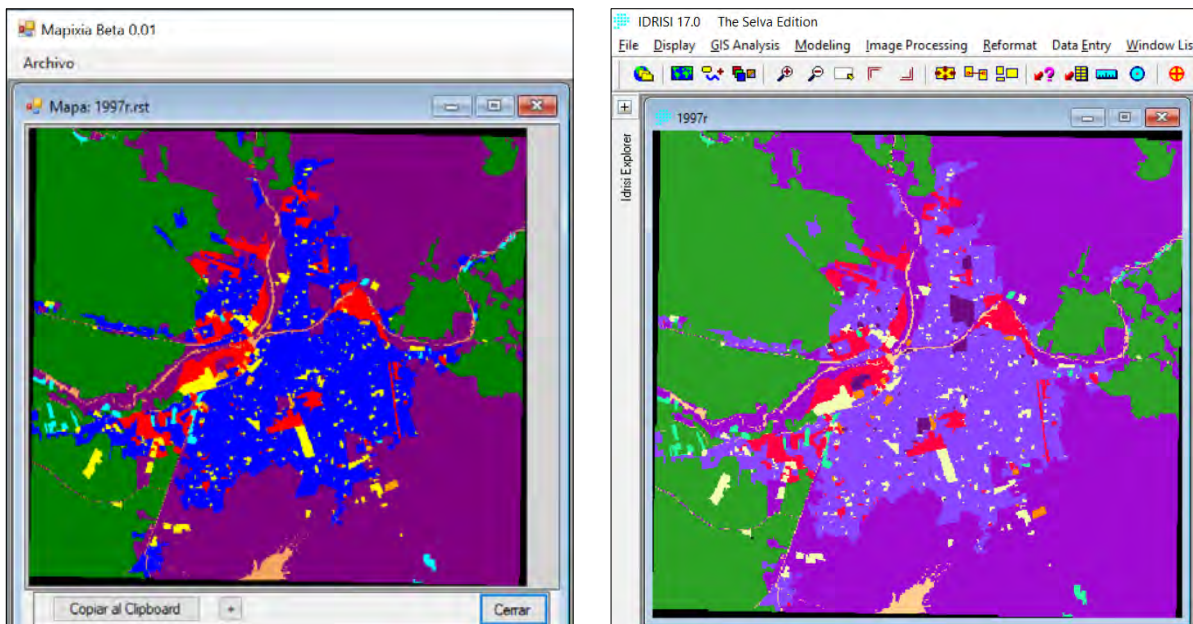




*Figura 8. Comparativa del mapa raster de Culiacán 2004.*

De acuerdo al RDC presentado en la Figura 5, en ambos mapas se procesaron un total de 145,302 píxeles, categorizados en 9 zonas identificadas por color, en píxeles con valor CERO (por lo regular esto significa que no hay información presente para ese píxel) se imitó al SIG Idrisi asignando el color negro en esos casos. Se puede apreciar que Mapixia Beta muestra un mapa idéntico al mostrado con Idrisi Selva, con esto se puede decir que los algoritmos implementados funcionan como se esperaba.

La siguiente prueba se realizó con el mapa de 1997 para la misma zona urbana de Culiacán (Figura 9), el RDC de este mapa (Figura 10) muestra que el tipo de dato es entero, tipo binario y cuenta con la misma cantidad de filas y columnas del mapa del 2004 y, por ende, los mismos píxeles.



*Figura 9. Comparativa del mapa raster de Culiacán 1997.*

```

C:\Mapas\final2>type 1997r.RDC
file format : IDRISI Raster A.1
file title :
data type : integer
file type : binary
columns : 397
rows : 366
    
```

Figura 10. Datos del RDC del mapa raster 1997r.rst

La última prueba se realizó con un mapa del 2004, con tipo de datos Byte, es un archivo que maneja solo dos valores 0 y 1. En su RDC (Figura 11) se observan los datos referentes al mapa. Este tipo de mapas son utilizados como “mascaras” para aislar ciertos tipos de zonas de otras. Se aprecian solo dos colores (Figura 12) y de nuevo, visualmente similares en ambas versiones.

```

C:\Mapas\final>type 2004mask.RDC
file format : IDRISI Raster A.1
file title :
data type : byte
file type : binary
columns : 397
rows : 366
    
```

Figura 11. Datos del RDC del mapa raster 2004mask.rst

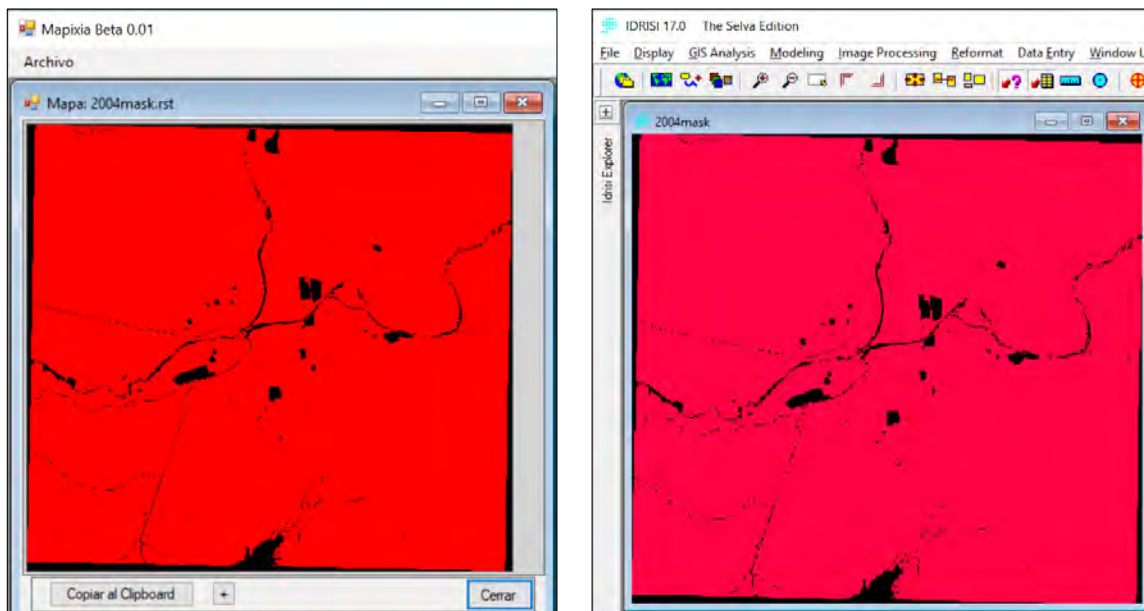


Figura 12. Comparativa del mapa raster de tipo Byte.

Como se puede apreciar, cada uno de los mapas raster mostrados en el software Mapixia Beta, son idénticos a los mostrados en el software Idrisi Selva. La escritura del programa a partir de los algoritmos presentados, resultaron en una apertura y visualización exitosa en cada uno de los mapas del experimento.

## 4 CONCLUSIONES

La metodología desarrollada e implementada funcionó en cada mapa del experimento, la similitud de los mapas mostrados entre el software desarrollado y el profesional fue idéntica pixel a pixel. Sin embargo, solo se procesaron mapas de tipo entero y byte, hace falta procesar los de tipo real, y no es porque no se puedan abrir, sino que la paleta de colores necesita una atención especial al ser valores continuos y no discretos, queda como trabajo futuro la implementación de los mapas con tipo de dato real, en donde se trabaje tanto en la carga del archivo como en la confección de una paleta de colores con un rango continuo para visualizar correctamente ese tipo de mapas. Mientras tanto, el uso de la metodología de apertura y visualización lograda, representa un avance en el trabajo de procesamiento de mapas con herramientas propias que permitan un manejo profundo y a detalle de los datos geoespaciales, esto permitirá trabajar con ellos en cualquier otro ámbito, y sin limitantes.

## REFERENCIAS

- [1] S. Berling-Wolff y J. Wu, «Modeling urban landscape dynamics: A review», *Ecological Research*, vol. 19, pp. 119-129, 2004.
- [2] R. White, G. Engelen y I. Uljee, *Modeling Cities and Regions as Complex Systems*, MIT Press, 2015.
- [3] M. N. DeMers, *GIS Modeling in Raster*, Pearson, 2001, pp. 21-25.
- [4] K.-t. Chang, *Introduction to Geographic Information Systems*, McGraw Hill, 2018.
- [5] R. R. Zamora, A. P. Garzón y A. S. Hernández, «A Dynamic System Model Using Agile Method Techniques Applied to Geomatics», *Communications in Computer and Information Science*, vol. 1053, pp. 71-82, 2019.
- [6] G. O. d. Cos y E. M. Latorre, «EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y DELIMITACIÓN DE ESPACIOS FUNCIONALES: APLICACIÓN SIG PARA LA DEFINICIÓN DE MAPAS COMARCALES,» *GeoFocus*, nº 7, pp. 256-280, 2007.
- [7] L. Humacata, «Análisis espacial de los cambios de usos del suelo. Aplicación con Sistemas de Información Geográfica,» *Revista cartográfica*, vol. 98, pp. 239-257, 2022.
- [8] Microsoft, «Microsoft Learn,» [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>. [Último acceso: 21 10 2024].
- [9] I. O. Pastor, E. O. Pérez, B. M. Ramos y A. E. Canalejo, *Sistemas de informacion geografica. Teoria y practica*, Dextra, 2016.
- [10] S. Wise, *GIS Fundamentals*, CRC Press, 2021.

# DISEÑO DE UN INSTRUMENTO EDUCATIVO UTILIZANDO QUIZIZZ COMO HERRAMIENTA PARA GAMIFICAR ACTIVIDADES EN CÁLCULO

Mónica Avelina Gutiérrez Haros<sup>1</sup>, Álvaro Peraza Garzón<sup>2</sup>, Mónica del Carmen Olivarría González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Sinaloa (MÉXICO)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

Este artículo explora el uso de gamificación a través de la plataforma Quizizz para mejorar el aprendizaje del cálculo diferencial en nivel superior. En la era digital, las tecnologías educativas y las estrategias lúdicas, como los videojuegos educativos, se han convertido en herramientas efectivas para aumentar la motivación, la retención de conocimientos y reducir la ansiedad matemática. El uso de elementos de juego como puntos, recompensas y tablas de clasificación en Quizizz fomenta el compromiso de los estudiantes en el aprendizaje de temas del cálculo. Se destacan varias estrategias lúdicas, como el aprendizaje basado en juegos, el uso de simulaciones interactivas y la gamificación del aula, que han demostrado ser útiles para mejorar la comprensión y aplicación de conceptos de cálculo. Quizizz, con su retroalimentación inmediata y flexibilidad en el uso, permite a los docentes diseñar actividades personalizadas y evaluar tanto la teoría como la aplicación práctica de los contenidos. A pesar de sus ventajas, como la motivación y la adaptabilidad, se reconocen limitaciones en el acceso internet. El estudio concluye que la integración de Quizizz en la enseñanza del cálculo diferencial, complementada con otras estrategias pedagógicas, puede mejorar significativamente el proceso educativo y la comprensión de los estudiantes.

Palabras clave: Cálculo diferencial, educación superior, gamificación, aprendizaje interactivo, Quizizz.

## Abstract

This article explores the use of gamification through the Quizizz platform to enhance differential calculus learning at the higher level. In the digital age, educational technologies and gamified strategies, such as educational video games, have become effective tools to increase motivation, knowledge retention, and reduce math anxiety. The use of game elements such as points, rewards, and leaderboards in Quizizz fosters student engagement in learning calculus topics. Several gamified strategies, such as game-based learning, the use of interactive simulations, and classroom gamification, are highlighted as having proven useful in enhancing the understanding and application of calculus concepts. Quizizz, with its immediate feedback and flexibility in use, allows teachers to design customized activities and assess both the theory and practical application of content. Despite its advantages, such as motivation and adaptability, limitations in internet access are recognized. The study concludes that the integration of Quizizz in the teaching of differential calculus, complemented with other pedagogical strategies, can significantly improve the educational process and student understanding.

Keywords: Differential calculus, higher education, gamification, interactive learning, Quizizz.

## 1 INTRODUCCIÓN

En la era digital, las tecnologías de la información han revolucionado la educación, facilitando el acceso al conocimiento y creando entornos interactivos. Estas han permitido la creación de entornos educativos interactivos y dinámicos que van más allá del modelo tradicional, motivando la participación de los estudiantes y permitiendo abordar conceptos complejos con métodos innovadores y efectivos [1].

En el contexto educativo actual, los entornos digitales no solo optimizan la adquisición de conocimientos, sino que también favorecen el desarrollo de competencias esenciales para el siglo XXI, como el

pensamiento crítico y la resolución de problemas. La interacción con plataformas digitales permite a los estudiantes abordar conceptos de manera práctica y contextualizada, lo que mejora su comprensión y aplicabilidad en escenarios reales. Asimismo, la retroalimentación inmediata, característica inherente a diversas herramientas digitales, facilita la corrección de errores en tiempo real, promoviendo un aprendizaje más efectivo y continuo [2], [3].

En este sentido, las plataformas de aprendizaje interactivo han ganado popularidad por su capacidad para gamificar el proceso de evaluación, permitiendo a los estudiantes participar en cuestionarios dinámicos que integran elementos de juego, como cronómetros, recompensas virtuales, retroalimentación inmediata y mecánicas de competencia amistosa. Estas herramientas no solo hacen más atractiva y motivadora la experiencia de aprendizaje, sino que también facilitan la práctica constante, un factor clave en la adquisición de habilidades en áreas complejas como el cálculo [4].

La presente investigación explora el uso de Quizizz como una herramienta de gamificación en el aprendizaje del cálculo, destacando su potencial para mejorar la comprensión de conceptos, aumentar la motivación y abordar las dificultades académicas asociadas a esta disciplina.

## 1.1 Gamificación en la enseñanza de las matemáticas

La gamificación, definida como la incorporación de elementos de juego en contextos no lúdicos, se ha convertido en una estrategia innovadora y efectiva en la educación. En particular, su aplicación en la enseñanza de las matemáticas ha generado resultados positivos al transformar la percepción de esta disciplina, que a menudo se considera desafiante o intimidante por parte de los estudiantes [5].

La enseñanza de las matemáticas, especialmente en el nivel superior, enfrenta retos como la falta de motivación, el bajo compromiso de los estudiantes y la dificultad para conectar los conceptos abstractos con aplicaciones prácticas. La gamificación busca abordar estos desafíos al introducir mecánicas de juego como recompensas, retroalimentación inmediata, misiones y niveles que fomentan la participación y el aprendizaje significativo [6].

### 1.1.1 Beneficios de la gamificación en matemáticas

La gamificación en la enseñanza de las matemáticas ofrece varios beneficios, entre los que destacan:

- **Aumento de la motivación:** Los elementos lúdicos como puntos, medallas y tablas de clasificación crean un entorno competitivo y motivador, incentivando a los estudiantes a superar retos y alcanzar metas académicas [7].
- **Reducción de la ansiedad:** Al presentar los problemas matemáticos como retos dentro de un juego, se disminuye la percepción de dificultad y se promueve un enfoque más relajado hacia la resolución de problemas [8].
- **Fomento del aprendizaje activo:** Las actividades gamificadas requieren que los estudiantes interactúen con el contenido, participen en la toma de decisiones y apliquen sus conocimientos en contextos prácticos, lo que mejora la retención del conocimiento [9].
- **Desarrollo de habilidades blandas:** La colaboración en equipo, la resolución de problemas y la gestión del tiempo son habilidades que se potencian mediante la gamificación y que tienen aplicaciones más allá del aula [10].

### 1.1.2 Estrategias gamificadas en matemáticas

En el nivel superior, el aprendizaje del cálculo representa un desafío significativo debido a la abstracción de los conceptos y la complejidad de los problemas, lo que puede generar desmotivación y ansiedad en los estudiantes, afectando su rendimiento académico [11]. Para mitigar estas dificultades, las estrategias gamificadas han emergido como un enfoque efectivo para mejorar la comprensión y retención de los contenidos matemáticos [7]. Entre las más destacadas se encuentran:

- **Aprendizaje basado en juegos:** Utiliza videojuegos educativos para enseñar conceptos específicos de cálculo a través de actividades visuales e interactivas que ofrecen retroalimentación inmediata y un entorno seguro para practicar [12].

- *Simulaciones interactivas*: Herramientas como GeoGebra o Desmos permiten a los estudiantes visualizar conceptos abstractos como derivadas e integrales, conectándolos con aplicaciones prácticas del mundo real [8].
- *Gamificación en el aula*: Incorpora elementos como puntos, insignias, desafíos y tablas de clasificación para transformar actividades tradicionales en experiencias más motivadoras. Estas dinámicas reducen la ansiedad matemática y aumentan el compromiso hacia el aprendizaje [6].
- *Plataformas digitales interactivas*: Herramientas como Kahoot, Quizizz y Socrative convierten las evaluaciones en tiempo real en actividades dinámicas mediante mecánicas de juego, retroalimentación instantánea y competencia amistosa, fomentando la práctica constante y la participación [10].

Una implementación exitosa de estas requiere diseñar actividades que combinen los objetivos académicos con elementos lúdicos, como progresión por niveles o juegos de rol, para transformar el aprendizaje del cálculo en una experiencia atractiva y efectiva.

### 1.1.3 Evidencia de efectividad

Diversos estudios respaldan la efectividad de la gamificación en matemáticas. Por ejemplo, un metaanálisis realizado por [12], encontró que las estrategias gamificadas mejoran significativamente el rendimiento académico y la participación de los estudiantes. Además, la investigación de [11] destacó que el uso de plataformas digitales gamificadas aumenta el tiempo dedicado al aprendizaje y mejora la retención de conceptos complejos.

Se puede decir que la gamificación representa una herramienta poderosa para transformar la enseñanza de las matemáticas, haciendo que esta disciplina sea más accesible, motivadora y efectiva. Su integración, especialmente a través de herramientas digitales como Quizizz, permite crear experiencias de aprendizaje inmersivas que responden a las necesidades y expectativas de los estudiantes del siglo XXI.

## 1.2 Quizizz

Quizizz es una plataforma interactiva de aprendizaje basada en cuestionarios que incorpora elementos de gamificación para mejorar el compromiso y la experiencia educativa de los estudiantes. Esta herramienta permite a los docentes crear, compartir y asignar cuestionarios personalizados o utilizar una extensa biblioteca de recursos ya disponibles. Con una interfaz intuitiva y accesible, Quizizz se adapta a diversos contextos educativos, desde evaluaciones formativas hasta actividades de práctica y repaso [13].

### 1.2.1 Características principales

- *Interactividad y gamificación*. Quizizz transforma las evaluaciones tradicionales en experiencias interactivas al incorporar elementos de juego como cronómetros, tablas de clasificación, sonidos y recompensas virtuales. Estos aspectos motivan a los estudiantes al proporcionar retroalimentación inmediata y fomentar una competencia amistosa [4].
- *Acceso multiplataforma*. La plataforma es accesible desde diversos dispositivos, incluidos ordenadores, tabletas y teléfonos móviles. Esto facilita su uso tanto en entornos presenciales como en modelos de aprendizaje híbrido o a distancia [14].
- *Opciones de personalización*. Los docentes pueden diseñar cuestionarios adaptados a las necesidades de sus estudiantes, configurando opciones como el orden de las preguntas, la puntuación y los límites de tiempo. Además, permite integrar contenido multimedia, como imágenes y videos, para enriquecer el contexto de las preguntas [15].
- *Análisis y retroalimentación*. Quizizz proporciona informes detallados sobre el desempeño de los estudiantes, permitiendo a los docentes identificar fortalezas y áreas de mejora. Estos datos son fundamentales para diseñar intervenciones pedagógicas más efectivas [16].
- *Flexibilidad en la aplicación*. Los cuestionarios pueden realizarse en tiempo real (modo de "juego en vivo") o asignarse como tareas individuales para completarse de manera asincrónica. Esto permite a los estudiantes aprender a su propio ritmo, fomentando la autonomía en el proceso educativo [17].

### 1.2.2 Ventajas

En el contexto del cálculo, Quizizz ayuda a los estudiantes a practicar conceptos clave mediante preguntas de opción múltiple, problemas resueltos paso a paso y actividades que refuerzan el aprendizaje. Además, su formato lúdico reduce la ansiedad asociada con la evaluación matemática, promoviendo un ambiente más relajado y receptivo [14]. A continuación se describen sus principales ventajas:

- *Aumento de la motivación y el compromiso.* El uso de elementos de gamificación, como tablas de clasificación, puntos y recompensas, genera un entorno de aprendizaje dinámico y atractivo. Estas características fomentan el interés de los estudiantes y les ayudan a permanecer motivados mientras interactúan con los contenidos educativos [16]. En el aprendizaje del cálculo, esta motivación adicional puede ser clave para superar la percepción de dificultad inherente a la asignatura.
- *Retroalimentación inmediata.* La retroalimentación inmediata es un aspecto esencial de la gamificación, ya que informa a los estudiantes sobre su desempeño en tiempo real. Esto no solo mejora el aprendizaje al corregir errores de forma inmediata, sino que también mantiene el interés y la motivación [18]. Quizizz ofrece resultados en tiempo real de forma visual y auditiva después de cada respuesta, lo que permite a los estudiantes identificar errores y corregirlos de inmediato. Esto no solo mejora la comprensión de los conceptos, sino que también refuerza la retención del aprendizaje [14].
- *Flexibilidad y accesibilidad.* La posibilidad de realizar actividades de manera sincrónica o asincrónica se adapta a diferentes modelos educativos, ya sea presencial, híbrido o a distancia. Esto fomenta la autonomía del estudiante y le permite aprender a su propio ritmo [17]. Asimismo, su compatibilidad con múltiples dispositivos garantiza accesibilidad para una amplia variedad de usuarios.
- *Adaptabilidad a diversas materias.* Aunque Quizizz es ampliamente utilizado en materias como matemáticas, su diseño permite su aplicación en casi cualquier disciplina. Los cuestionarios pueden personalizarse con multimedia, lo que enriquece los contextos de aprendizaje y hace que los conceptos sean más comprensibles [15].
- *Promoción de una competencia saludable.* Las tablas de clasificación y los retos gamificados impulsan la participación mediante una competencia amistosa. Esto puede fomentar el aprendizaje colaborativo y la mejora continua, especialmente en actividades grupales [4]. Sin embargo, debe implementarse con cuidado para evitar efectos negativos como la desmotivación de aquellos que se encuentran en posiciones más bajas [5].

### 1.1.3 Desventajas.

Aunque Quizizz es una herramienta altamente efectiva, pudieran considerarse algunas desventajas en el uso de esta, a continuación se detallan algunas de ellas:

- *Dependencia de tecnología y conectividad.* La efectividad de Quizizz depende del acceso a dispositivos electrónicos y una conexión estable a internet. Esto puede ser un desafío en contextos con recursos limitados o en comunidades rurales, donde las brechas tecnológicas restringen su aplicación [15].
- *Riesgo de sobrecarga de competencia.* Aunque la gamificación puede aumentar la motivación, un uso excesivo de elementos competitivos, como las tablas de clasificación, puede generar ansiedad en algunos estudiantes, especialmente aquellos que no se desempeñan bien en entornos competitivos [7].
- *Requiere tiempo y esfuerzo para la creación de contenido.* El diseño de cuestionarios efectivos que realmente promuevan el aprendizaje significativo implica tiempo y habilidades pedagógicas por parte de los docentes. Esto puede ser una barrera para su adopción masiva, especialmente en contextos con alta carga laboral docente [17].
- *Limitación en el desarrollo de habilidades prácticas.* Aunque Quizizz promueve el aprendizaje conceptual y teórico, su formato no es ideal para desarrollar habilidades prácticas que requieran procedimientos detallados, como resolución manual de problemas matemáticos o el uso de software especializado [14].

En general, Quizizz se ha consolidado como una herramienta digital versátil que combina gamificación e interactividad para transformar la manera en que los estudiantes aprenden y los docentes evalúan. Sus

ventajas, la convierten en un recurso valioso para docentes y estudiantes, además de que tiene el potencial de mejorar la experiencia educativa al aprovechar el poder de la gamificación para fomentar el compromiso, la autonomía y la comprensión.

## 2 METODOLOGÍA

Este estudio exploró las características de Quizizz en la enseñanza del cálculo diferencial en el nivel superior. El análisis se estructura en tres ejes principales: primero, la identificación de los elementos de gamificación que ofrece la plataforma, destacando cómo estos potencian el aprendizaje interactivo; segundo, el diseño de actividades específicas de cálculo, gamificadas para fomentar el interés y la participación activa de los estudiantes; y tercero, una evaluación crítica que reflexiona sobre los beneficios, como la motivación y el aprendizaje autónomo, y las limitaciones, incluyendo los retos técnicos y pedagógicos, asociados al uso de esta herramienta en el aula.

### 2.1 Materiales

En la *creación de contenido*, Quizizz ofrece una amplia variedad de tipos de preguntas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que estimulan diferentes niveles de pensamiento y habilidades. Desde opciones básicas, como selección múltiple, hasta opciones interactivas, como etiquetar y graficar, estas funciones permiten personalizar las actividades según los objetivos de aprendizaje. Esto resulta especialmente útil en temas como cálculo diferencial, donde preguntas como graficar y respuesta matemática son ideales para evaluar habilidades específicas.



Figura 1. Tipos de preguntas en Quizizz.

Con relación a las *actividades para gamificar el aula* (Figura 2), Quizizz ofrece diversos modos diseñados para enriquecer el aprendizaje y adaptarse a diferentes necesidades pedagógicas. Entre los modos populares, se encuentra el *Modo clásico*, ideal para actividades individuales de práctica, evaluación y revisión, y el *pico de maestría*, que fomenta la diversión mientras los estudiantes practican y dominan conceptos clave. En la categoría de *Aprendizaje y Evaluación*, el *ritmo del instructor* permite a los docentes guiar las actividades en tiempo real, combinando práctica y lecciones interactivas, mientras que el *modo de prueba* es útil para cuestionarios formales con evaluación y retroalimentación inmediata.

Además, *otros modos fomentan* la colaboración y accesibilidad. El *modo equipo promueve* la competencia amistosa y el trabajo en grupo, ideal para actividades colaborativas en el aula. Por otro lado, el *modo papel* facilita la participación en aulas con baja tecnología, permitiendo a los estudiantes responder preguntas a través de códigos QR. Estas opciones hacen de Quizizz una herramienta flexible y versátil, capaz de transformar actividades de cálculo en experiencias dinámicas y atractivas, adaptándose tanto a entornos presenciales como virtuales.



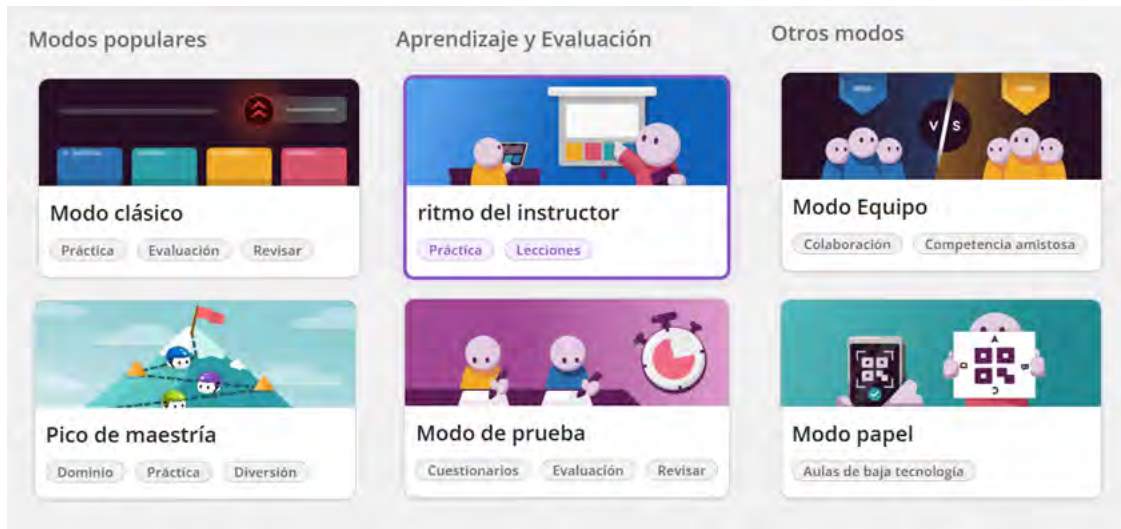


Figura 2. Tipos de actividades para gamificar el aula en Quizizz.

Al integrar Quizizz al aula se pueden transformar temas complejos en experiencias dinámicas y atractivas, mejorando la comprensión como el compromiso de los estudiantes con el contenido.

## 2.2 Diseño de un instrumento para gamificar en Quizizz

El proceso para crear un cuestionario en Quizizz se basa en un enfoque intuitivo y dinámico que permite diseñar evaluaciones interactivas de manera eficiente. Este proceso incluye desde la creación de una cuenta en la plataforma hasta la configuración detallada de las preguntas y opciones de personalización, como la integración de multimedia, la asignación de tiempos límite y la definición de puntajes. Además, la plataforma ofrece opciones para realizar actividades en vivo o asignarlas como tareas, fomentando la flexibilidad en el aprendizaje. Al finalizar, los docentes pueden analizar los resultados para identificar áreas de mejora, lo que convierte a Quizizz en una herramienta eficaz para gamificar el aprendizaje y promover la participación de los estudiantes. A continuación se detallan los pasos a seguir para crear un instrumento educativo:

1. *Crear una cuenta o iniciar sesión.* Ingrese a <https://quizizz.com> seleccione crear cuenta o bien puede usar una cuenta Google, Microsoft o correo electrónico.
2. *Acceder al panel principal.* En la página de inicio, haga clic en el botón "Crear" en la barra lateral izquierda y posteriormente seleccione "Evaluación".
3. *Agregar preguntas.* Haga clic en "Nueva pregunta" y seleccione la que se ajuste a su objetivo (Figura 1). Escriba el enunciado de la pregunta y las opciones de respuesta. Escriba o marque la respuesta correcta (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).
4. *Personalizar la pregunta.* Ajuste el tiempo disponible para responder cada pregunta (entre 5 segundos y 15 minutos), configure los puntos según la importancia de la pregunta y agregue imágenes, videos o audios para enriquecer la pregunta (Figura 3).

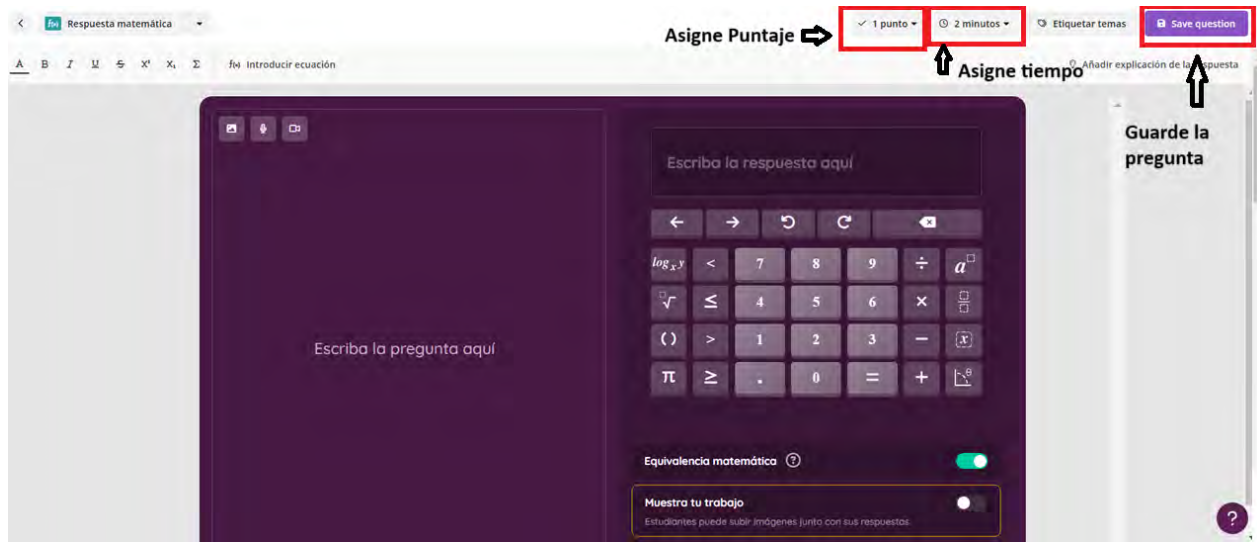


Figura 3. Configuración de pregunta en Quizizz.

5. *Guardar y organizar.* Una vez agregadas todas las preguntas, revise el cuestionario y configure los ajustes (Figura 4).

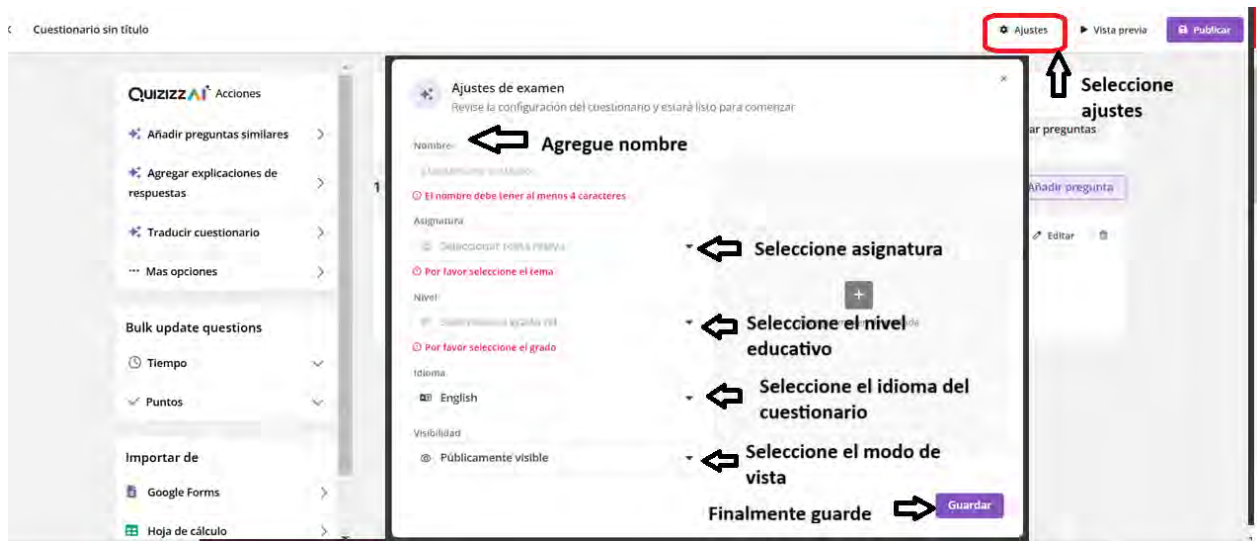


Figura 4. Ajustes de cuestionario en Quizizz.

6. Finalizar el cuestionario. Haga clic en "Publicar" y en caso de que quiera usarlo, seleccione "Asignar" para que los estudiantes puedan completarlo a su ritmo o "Empezar ahora" para jugar en tiempo real con un grupo de estudiantes.
7. *Supervisar y analizar resultados.* Una vez que los estudiantes completen el cuestionario, revise los resultados en la pestaña de informes para identificar áreas de mejora.

### 3 RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras aplicar el proceso descrito en la sección 2.2 para el diseño de un instrumento utilizando Quizizz como herramienta de gamificación en la enseñanza del cálculo se muestran a continuación.

Se diseñó un cuestionario para la asignatura de Cálculo diferencial (Figura 5), titulado *Razones de cambio-Derivadas*, en los ajustes, se le configuró la asignatura “Matemáticas” y el nivel educativo “Universidad”. Se abordaron temas como razón de cambio, pendiente de la recta tangente, posición, velocidad y aceleración. La plataforma ofrece diversas opciones, como editar, guardar, compartir el cuestionario, descargar una hoja de cálculo con los datos, ver una vista previa, asignarlo a los estudiantes o iniciarlo de inmediato. El cuestionario se hizo para evaluar conocimientos sobre derivadas y sus aplicaciones.

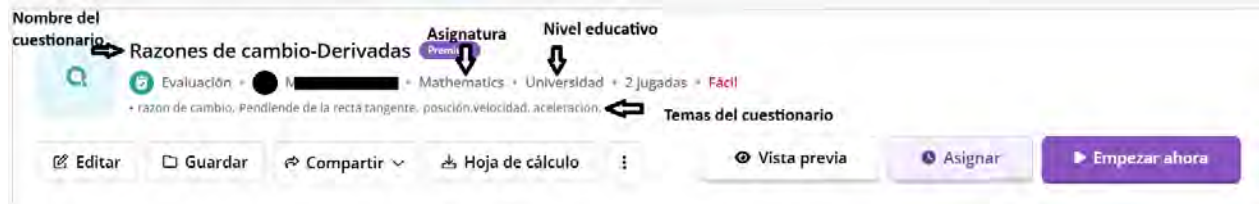


Figura 5. Cuestionario diseñado en Quizizz para la asignatura Cálculo diferencial.

El cuestionario incluyó 50 preguntas de tipo coincidente y respuesta matemática que de acuerdo con Quizizz son preguntas interactivas que requieren habilidades de pensamiento de orden superior (Figura 1).

En la Figura 6, se muestra un ejemplo de una pregunta de tipo *respuesta matemática*. En ella los participantes deben ingresar un número como respuesta. Se le asignaron 2 puntos con 3 minutos de límite para responder. La pregunta pide calcular la pendiente de la recta tangente en un punto dado (incluye una imagen con la gráfica de la función y el punto dado), además que se le configuró la respuesta correcta. En este tipo de respuestas matemáticas, Quizizz ofrece la opción de “*equivalencia matemática*” y al estar activada permite reconocer respuestas matemáticamente equivalentes (por ejemplo, si la respuesta es  $\frac{1}{2}$ , reconoce 0.5 como respuesta válida). En esta pregunta también se incluyó una retroalimentación (visual) mostrando el procedimiento de solución, incluyendo la función, su derivada y la evaluación en un punto específico. La pregunta se etiquetó bajo el tema “Pendiente de la recta tangente”, lo que indica su enfoque en el cálculo diferencial.

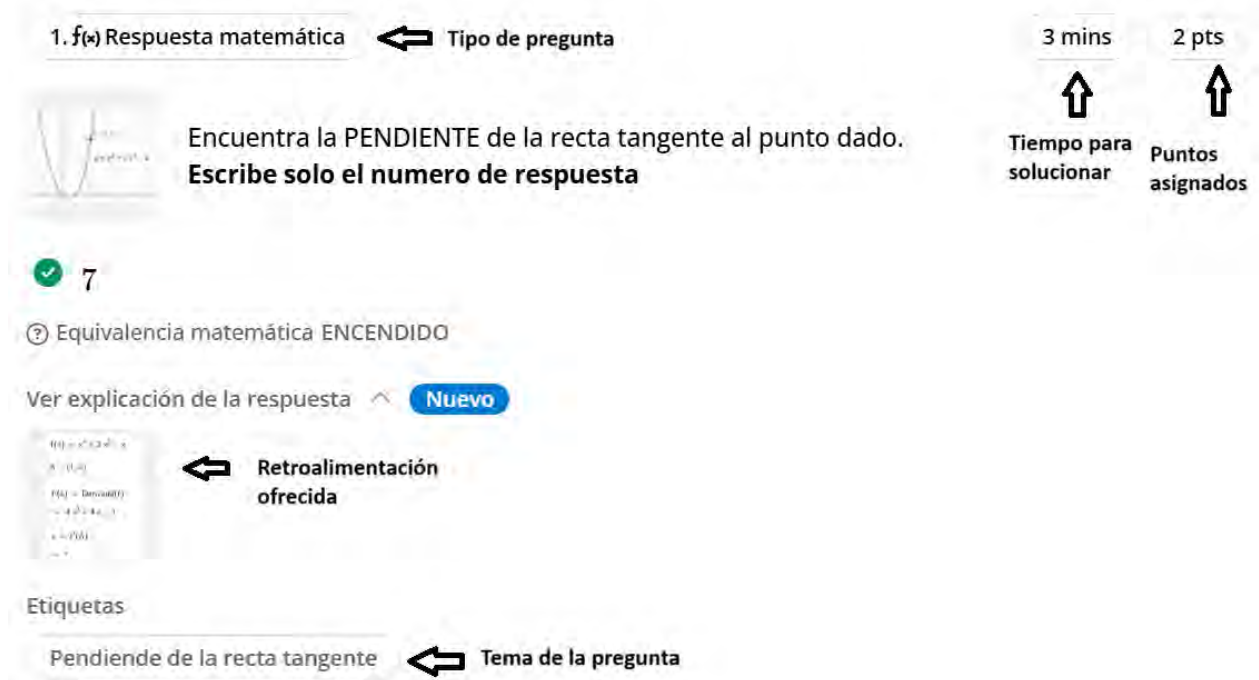
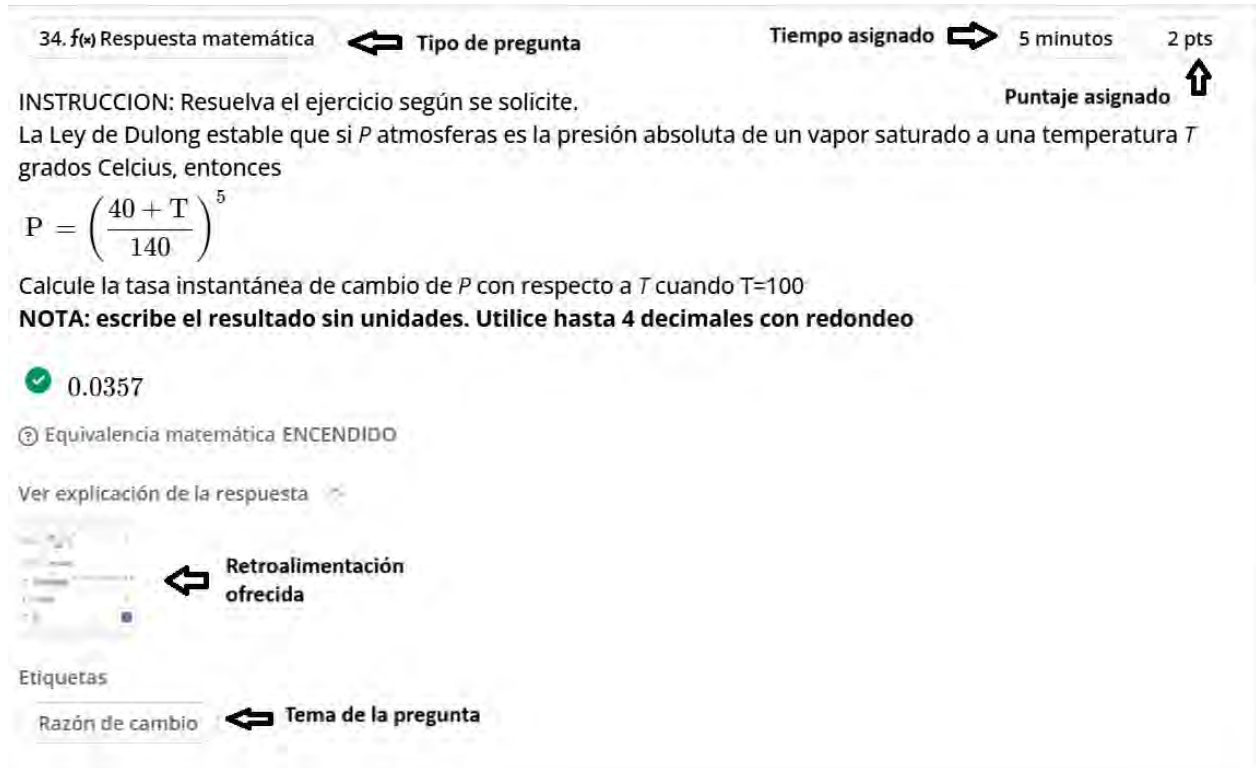


Figura 6. Ejemplo de pregunta tipo “respuesta matemática” con el tema “Pendiente de la recta tangente”.

Al igual que la Figura 6, la Figura 6 muestra un ejemplo al tipo de pregunta “respuesta matemática”, en este caso un problema matemático basado en la Ley de Dulong, donde se solicitó calcular la tasa de cambio instantánea de la presión “P” con respecto a la temperatura “T” cuando T=100. Se asignó un tiempo de 5 minutos para responder y puntaje de 2 puntos. Se enfatiza que la respuesta debe expresarse sin unidades y con redondeo a cuatro decimales. Además, se ofrece una retroalimentación visual con el procedimiento de derivación utilizado para obtener la solución. La pregunta se etiquetó bajo el tema de “Razón de cambio”, lo que indica su relación a las aplicaciones básicas del cálculo diferencial.



34. f(w) Respuesta matemática ← Tipo de pregunta      Tiempo asignado → 5 minutos      2 pts

INSTRUCCION: Resuelva el ejercicio según se solicite.      Puntaje asignado ↑

La Ley de Dulong establece que si  $P$  atmósferas es la presión absoluta de un vapor saturado a una temperatura  $T$  grados Celsius, entonces

$$P = \left( \frac{40 + T}{140} \right)^5$$

Calcule la tasa instantánea de cambio de  $P$  con respecto a  $T$  cuando  $T=100$

**NOTA: escribe el resultado sin unidades. Utilice hasta 4 decimales con redondeo**

✓ 0.0357

⊕ Equivalencia matemática ENCENDIDO

Ver explicación de la respuesta ↗

← Retroalimentación ofrecida




Etiquetas


Razón de cambio ← Tema de la pregunta

Figura 7. Ejemplo de pregunta tipo “respuesta matemática” con el tema “Razón de cambio”.





En la Figura 8, se muestra una pregunta realizada de tipo “coincidente”, en este ejercicio se analiza el movimiento vertical de un objeto lanzado hacia arriba con una ecuación de altura en función del tiempo, haciendo uso de la derivada. Los participantes deben relacionar diferentes valores con preguntas sobre el movimiento del objeto. El ejercicio está etiquetado bajo los temas de posición, velocidad y aceleración, indicando que se enfoca en el análisis del movimiento en caída libre usando el cálculo diferencial.


Respecto a la supervisión y análisis de resultados, la Figura 9 muestra una vista general de los resultados obtenidos una vez aplicado el cuestionario. Se observa que el grupo en general obtuvo un 82% en la precisión de sus respuestas, con 100% de tasa de finalización, lo que indica que todos los estudiantes respondieron el cuestionario. Sin embargo, Quizizz también ofrece otras maneras de visualizar los resultados. En la pestaña de “Participantes” se encuentran los resultados por estudiante, mientras que en “Preguntas” puede encontrar los porcentajes por cada pregunta. En la pestaña de “Resumen” se puede encontrar un listado de los estudiantes, con sus resultados en porcentaje, y un detalle de las preguntas que respondieron de manera correcta e incorrecta. Finalmente en “Etiquetas” se encuentran los resultados por los temas asignados a cada pregunta y la precisión de las mismas.

18.  Coincidente  Tipo de pregunta Tiempo asignado  5 minutos 4 pts

Resuelve el problema usando la derivada y une cada inciso con su respuesta: Puntaje asignado 


Un objeto que se lanza directamente hacia arriba está a una altura  $s = -16t^2 + 48t + 256$  pies después de  $t$  segundos





-   $v = -32t + 48$  → (a) la velocidad
-   $t = 4$  → ¿Cuándo llega al suelo?
-   $t = 1.5$  → ¿Cuándo alcanza su altura máxima?
-   $s = 292$  → ¿Cuál es la altura máxima?




Etiquetas  Tema de la pregunta





posición, velocidad, aceleración

Figura 8. Ejemplo de pregunta tipo “coincidente” con el tema “posición, velocidad, aceleración”.

Asignado quiz (question bank) | CÁLCULO DIFERENC... Visualización general de resultados 

Precisión  <b>82%</b> 	Tasa de finalización  <b>100%</b>	Estudiantes asignados  <b>33</b>	Preguntas  <b>50</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Clase Ingenio:  33 terminado  0 incompleto  0 sin intento

Ver quiz    Enviar correo electrónico a todos parents  Compartir informe


Participantes Preguntas Alojamiento Resumen Etiquetas **BETA**  Tipos de informes

Figura 9. Supervisión y análisis de resultados (informe) en Quizizz.

## 4 CONCLUSIONES

El uso de Quizizz como herramienta para gamificar actividades en cálculo demostró ser una estrategia efectiva para fomentar el interés y la participación de los estudiantes en el aprendizaje de esta materia. La plataforma ofrece una amplia gama de elementos interactivos, como distintos tipos de preguntas y modos de juego, que permiten adaptar las actividades a diferentes necesidades pedagógicas, promoviendo un aprendizaje dinámico y personalizado.

Los resultados de este estudio resaltan varios beneficios clave. En primer lugar, la gamificación a través de Quizizz aumenta la motivación de los estudiantes al transformar la práctica del cálculo en una experiencia atractiva y competitiva. En segundo lugar, la flexibilidad de la plataforma permite su uso tanto en entornos presenciales como virtuales, facilitando la enseñanza híbrida y el aprendizaje autónomo. Además, la posibilidad de realizar evaluaciones en tiempo real y analizar resultados de manera inmediata contribuye a un seguimiento más efectivo del progreso estudiantil, permitiendo identificar áreas de mejora y reforzar conocimientos de manera oportuna.

Sin embargo, también se identificaron algunas limitaciones. Entre ellas, los desafíos técnicos asociados con la conectividad y el acceso a dispositivos pueden afectar la implementación equitativa de la herramienta

en ciertos contextos educativos. Asimismo, la gamificación debe integrarse con una planificación pedagógica adecuada para garantizar que los juegos y cuestionarios no solo sean entretenidos, sino que también contribuyan significativamente al desarrollo de habilidades matemáticas.

En conclusión, Quizizz se presenta como una herramienta versátil y eficaz para gamificar el aprendizaje del cálculo, brindando a los docentes una metodología innovadora para mejorar la comprensión y el compromiso de los estudiantes. No obstante, su implementación debe ir acompañada de estrategias pedagógicas bien estructuradas que maximicen sus beneficios y minimicen sus limitaciones.

## REFERENCIAS

- [1] A. Méndez and P. González, "Educational Technologies and Their Impact on Learning Dynamics: A Systematic Review," *International Journal of Educational Technology*, vol. 15, no. 3, pp. 46-60, 2022.
- [2] R. Pérez and M. López, "Impact of Digital Learning Environments on Higher Education: The Role of Technology in Developing 21st Century Skills," *Journal of Educational Technology*, vol. 20, no. 4, pp. 112-128, Diciembre 2021.
- [3] A. P. Rodríguez, "The Effectiveness of Interactive Learning Platforms in Enhancing Student Engagement," *Educational Research Review*, vol. 16, no. 2, pp. 88-102, Junio 2022.
- [4] Muhd Al-Aarifin Ismail and Jamilah Al-Muhammady Mohammad, "Kahoot: A promising tool for formative assessment in medical education.," *Education in Medicine Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 19-26, 2017.
- [5] Sebastian Deterding, Dan Dixon, Rilla Khaled, and Lennart Nacke, "From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification," in *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future*, 2011.
- [6] Gabe Zichermann and Christopher Cunningham, *References - Scientific Research Publishing*. (n.d.), Ed. Sebastopol: Sebastopol, CA O'Reilly Media, 2011, vol. 7(10), p. 11. [Online]. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1808930>
- [7] J. Hamari, J. Koivisto, and H Sarsa, "Does gamification work? – A literature review of empirical studies on gamification.," in *In 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, Hawaii, 2014, pp. 3025-3034.
- [8] M. Sailer, J. Hense, S. K. Mayr, and H Mandl, "How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction," *Computers in Human Behavior*, vol. 69, pp. 371-380, 2017.
- [9] R. N Landers, "Developing a theory of gamified learning: Linking serious games and gamification of learning," *Simulation & Gaming*, 45(6), 752-768., vol. 45, no. 6, pp. 752-768., 2015.
- [10] K. M Kapp, *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*, Wiley, Ed.: Pfeiffer, 2012.
- [11] J. Looyestyn et al., "Does gamification increase engagement with online programs? A systematic review," *PLOS ONE*, 12(3), e0173403., vol. 12, no. 3, 2017.
- [12] D. B. Clark, E. E. Tanner-Smith, and S. S. Killingsworth, "Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis," *Review of Educational Research*, vol. 86, no. 1, pp. 79-122, 2016.
- [13] M. A. Gutiérrez and A. Peraza, "Análisis de herramientas para gamificar en la enseñanza de las Matemáticas," *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, vol. 7, no. 1, pp. 1-8, 2023.
- [14] Y. Basuki and Y. Hidayati, "Kahoot! or Quizizz: The students' perspectives". *Journal of English Teaching*, vol. 5, no. 1, pp. 1-12, 2019.
- [15] A. N. Alkhalidi, "The effectiveness of Quizizz and Kahoot in improving student performance in online learning environments.," *Journal of Education and Practice*, vol. 12, no. 3, pp. 45-56, 2021.

- [16] Y. Chaiyo and R. Nokham, "The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system," in International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT), 2017, pp. 178–182.
- [17] F. Zhao, "Using Quizizz to integrate fun multiplayer activity in the accounting classroom," International Journal of Higher Education, vol. 8, no. 1, pp. 37-43, 2019.
- [18] J. L. Plass, B. D. Homer, and C. K. Kinzer, "Foundations of game-based learning, ". Educational Psychologist, vol. 50, no. 4, pp. 258-283, 2015.

# PLATAFORMAS VIRTUALES EDUCATIVAS EN TIEMPOS DE PANDEMIA. PERCEPCIÓN Y RETOS DE ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

Carlos Eduardo Zurita Cruz<sup>1</sup>, Omar Vicente García Sánchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Informática Mazatlán (MÉXICO)

## Resumen

La educación hoy en día ha sufrido cambios significativos que la llevan a adentrarse en nuevos terrenos educativos generados por la pandemia denominada COVID-19. Esto ha generado cambios en la forma de aprender debido al uso de las plataformas virtuales educativas tales como *Moodle*, *Google Classroom* y *Microsoft Teams*, fomentado un aprendizaje significativo. El objetivo de esta investigación es definir la percepción de los alumnos respecto al uso de estas herramientas durante la pandemia y determinar los retos que tuvieron los discentes durante ese periodo. La metodología en este proyecto es exploratoria, con enfoque cualitativo, se obtuvieron datos de encuestas aplicadas a educandos de la Unidad Regional Sur, de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Los resultados mostraron que las plataformas virtuales educativas permiten al estudiante organizar de manera más efectiva y rápida su proceso de aprendizaje, facilitando el acceso a material pedagógico; los principales retos durante el aprendizaje en línea están relacionados con el difícil acceso mediante dispositivos móviles y los distractores que tenía el alumno desde su hogar.

Palabras clave: COVID-19, educación, plataformas virtuales educativas, tecnologías de Información y comunicación.

## Abstract

Nowadays, Education has experienced significant changes that lead to go through new educational fields generated by the pandemic called COVID-19. This has produced changes in the way of learning due to the use of virtual educational platforms such as Moodle, Google Classroom and Microsoft Teams, promoting meaningful learning. The objective of this research is to define the perception of the students regarding the use of these tools during the pandemic and to determine the challenges that the pupils had during that period. The methodology in this project is exploratory, with a qualitative approach, data were obtained from surveys applied to students at Universidad Autónoma de Sinaloa, Unidad Regional Sur. The results showed that virtual educational platforms allow students to organize their learning process more effectively and quickly, enabling access to pedagogical material; The main challenges during online learning are associated to the difficult access through mobile devices and the disruptions that the student had at home.

Keywords: COVID-19, education, virtual educational platforms, Information and Communication Technology.

## 1 INTRODUCCIÓN

Educación, palabra que es sinónimo de superación, crecimiento cultural y económico, desarrollo, valores, prosperidad, los cuales se dan siempre y cuando los países que la imparten brinden garantías de igualdad, esto con relación a oportunidades tanto laborales como de desarrollo humano sean brindadas a los ciudadanos dentro de una sociedad. Cuanto más educadas sean las personas, mejor preparadas estarán para acceder a mejores niveles de vida. Este progreso es particularmente notorio en poblaciones vulnerables donde una buena formación educativa es la mejor solución para crear mejores perspectivas y lograr el éxito, tanto en lo que se refiere a los individuos como a la comunidad en su conjunto. De acuerdo con [1], “brindar educación de calidad ayuda a que los países puedan avanzar en materia de desarrollo económico”.



Las escuelas tradicionalmente han desarrollado su proceso de educativo en clases presenciales, este formato proporciona una interacción personal y en tiempo real entre profesores-estudiantes y alumno-alumno, lo que a su vez puede generar nuevas propuestas, preguntas y conversaciones innovadoras. Los educandos tienen la oportunidad de buscar aclaraciones o respuestas a sus preguntas en el aula [2]. Pero este formato educacional se vio truncado de manera abrupta por las consecuencias generadas, de acuerdo con [3], por el coronavirus surgido en *Wuhan*, China denominado SARS-CoV-2 y la enfermedad que esta causa en los seres humanos. La Organización Mundial de la Salud (OMS), la declaró un padecimiento muy contagioso, transmisible a través de toser (expulsando gotículas salivales), estornudos (secreción nasal), saludos de manos de personas contagiadas, abrazos, etc., capaz de generar desde resfriados hasta lograr la complicación de enfermedades respiratorias, lo que lleva a la muerte. Con el desarrollo paulatino de esta enfermedad, la OMS la declara pandemia el 30 de enero de 2020 de acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, por lo cual fue denominada mundialmente como COVID-19 [4]. Debido a esto, para [5], el confinamiento fue la primera opción para evitar los altos riesgos de contagio, lo que trajo nuevos retos en salud, trabajo, sociedad y desde luego, en educación.

En tiempos de pandemia, fue imperativo para el gobierno mexicano darle continuidad al rubro educativo, por lo cual [6] señala que las Instituciones de Educación Superior (IES) siguieron las actividades educativas por medio de la ayuda de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), a través del uso de teléfonos inteligentes que utilizan aplicaciones como redes sociales – las cuales contribuyeron en buena medida al nivel de educación básica, computadoras personales, *tablets*, *laptops*, así como herramientas para impartir la educación en línea como las Plataformas Virtuales Educativas (PVE), que en este caso, fueron las implementadas por la Universidad Autónoma de Sinaloa en sus niveles medio superior y superior, debido a la enorme abanico de posibilidades que en el ramo educativo pueden ofrecer. Es de suma importancia saber el panorama educativo generado en México por los efectos de la pandemia por COVID19, en consecuencia, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), realizó una nota técnica llamada Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación (ECOVID-ED) 2020, en la cual informaba los resultados que recibieron todos los niveles de educación [7]. Entre los hallazgos expuestos en este estudio, en lo que respecta a la educación superior, afirma que las computadoras de escritorio y laptops fueron utilizadas en conjunto por un 65.3% de los encuestados, mientras que el uso del teléfono inteligente o smartphone, fue a la baja en estos tiempos de pandemia con un 33.4 de porcentaje [7].

El trabajo a distancia impuesto de manera vertiginosa brindó seguridad en los alumnos al evitar el riesgo de contagio, pero a pesar de eso, el confinamiento trajo otro tipo de consecuencias, en la cual, como lo afirma [8], los estudiantes de todos los niveles educativos sufrieron efectos negativos como el estrés, debido a diferentes causas: suspensión de actividades de recreación, laborales y sociales; miedo a enfermarse por transmisión; confinamiento; aislamiento social; entre otras. La pandemia por COVID-19 y el cierre de los campus universitarios afectaron la salud mental de los estudiantes universitarios [9]. Estudios empíricos realizados en México [10], [11]; Perú [12], Ecuador [13], Cuba [14], China [15] y España [16] encontraron que una gran proporción de alumnos sufrió trastornos mentales diversa gravedad Muchos discentes informaron sufrir depresión, ansiedad, angustia [17] e incluso pensamientos suicidas [18]. Estas problemáticas tuvieron un efecto modesto pero persistente en la salud mental de los educandos [19]. Los universitarios estuvieron preocupados tanto por la pandemia en general como por sus carreras [20]. La falta de motivación y las emociones negativas [21] dificultaban que muchos educandos se pudieran concentrar para un aprendizaje virtual.

El presente proyecto de investigación busca definir la percepción de alumnos de las unidades académicas de la Universidad Autónoma de Sinaloa, de la Unidad Regional Sur, respecto al uso de las PVE durante la pandemia y determinar los retos que tuvieron durante ese periodo. Existen investigaciones pertinentes realizadas en el ámbito de plataformas virtuales educativas en tiempos de pandemia, y algunas de ellas se encuentran plasmadas en la siguiente Tabla 1.

*Tabla 1. Investigaciones realizadas en plataformas virtuales educativas en tiempos de pandemia.*

Autor	Año	Título
[22]	2020	La educación superior en tiempos de pandemia: una visión desde dentro del proceso Formativo

Autor	Año	Título
[23]	2021	COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento.
[24]	2021	Educación a distancia en México en tiempos de COVID-19. Retos y realidades.
[25]	2021	Participación comunitaria en la construcción del plan de retorno seguro a las escuelas: Experiencia del plan piloto 2020-2021.
[26]	2022	Educación universitaria en tiempos de pandemia: el caso del estudiantado de francés.

Fuente: elaboración propia.

En su investigación, [22] señala como objetivo primordial saber cuál es el sentir de los principales protagonistas de la educación, como lo son organismos educativos, docentes y discentes, en comparación a lo establecido por organizaciones internacionales y ciertos acuerdos nacionales implementados por instituciones de salud. También, es prioritario determinar cuáles fueron las competencias desarrolladas por docentes y discentes, durante este proceso formativo emergente, con el objetivo de reformular propuestas educativas que sean eficaces en procesos que conlleven etapas de confinamiento, como lo fue esta pasada pandemia.

La metodología utilizada por [22], fue realizar un análisis de contenido basado en un diseño mixto, ya que se realizó una categorización de datos que fueron sistematizados en MAXQDA2020. Lo anterior, fue aplicado con criterios de inclusión a 34 docentes (deberían estar impartiendo cátedra en alguna Institución de Educación Superior del estado de Oaxaca), 76 estudiantes (estar inscritos en alguna Institución de Educación Superior) y un mínimo de 3 empleados administrativos (los cuales deberían estar activos con respecto a sus funciones de trabajo en alguna Institución de Educación Superior). Los resultados arrojaron un alto malestar por parte de los estudiantes que llevaron este proceso, que como respuesta dijeron sentirse mal al proceso formativo en línea implementado en sus centros educativos en esta pandemia, ya que los docentes no tenían la preparación adecuada. Aunado a lo anterior, los discentes señalan que tenían mucha más tarea que en clases presenciales. Aquí, [22] resalta que es importante mencionar los perfiles educativos que manejan docentes y discentes, así como las diferentes responsabilidades sociales y económicas que tuvo cada individuo durante la pandemia. Algunos otros estudiantes mencionaron estar conformes, ya que estaban en sus hogares donde no corrían el riesgo de contagio, además de contar con las herramientas necesarias para realizar sus tareas.

Por su parte, un alto porcentaje de docentes respondieron sentirse cómodos o bien; mientras una mínima porción de encuestados manifestó sentir incertidumbre para enfrentar este proceso educativo, dentro de lo cual una de las principales respuestas fue una resistencia al cambio. Conforme a los retos que enfrentaron están las competencias digitales, organización, autoaprendizaje, responsabilidad, autonomía, todo lo anterior, por parte del estudiante. Mientras que, por parte del docente, se encuentran las mejoras en las estrategias didácticas por medios virtuales, mejorar sus competencias socioemocionales, adaptación a la incertidumbre, desarrollar autoaprendizaje tecnológico, así como la fomentación del aprendizaje autodidacta en el estudiante. Por su parte, el personal administrativo plantea una nueva propuesta digital, metodologías que fomenten la mejora del estudiante, capacitarse en uso de las TIC, empatía, entre otros.

Se concluye aquí que, es necesario estar preparados para próximas emergencias sanitarias, por tanto, es necesario mejorar las condiciones estructurales de las instituciones educativas en áreas como la tecnología, conectividad a internet y espacio geográfico educativo. Se hace hincapié a fomentar nuevas formas de aprendizaje, como también aprender nuevas competencias digitales que ayuden en los procesos educativos, tanto en educación a distancia como presencial. [23], dentro de su trabajo documental, presenta tres etapas de investigación: 1) Una previa, donde se analiza la percepción de los estudiantes, docentes y personal enrolado antes de la pandemia sobre las plataformas virtuales educativas; 2) El tema educativo a distancia en tiempos de confinamiento y la calidad brindada en este rubro; 3) El posconfinamiento y la problemática que enfrentan las instituciones de educación para convocar nuevamente a clases presenciales.

Como resultado, el concepto de flexibilidad y el aprendizaje mixto es ampliamente recomendado en los resultados de esta investigación, ya que es prioritario dar importancia a las necesidades de los estudiantes y personal inmiscuido en materias educativas, debido a diferentes contextos en los cuales se desarrollan diariamente para enfrentar las problemáticas de la pandemia. También, enfatiza que es necesario priorizar en muchos aspectos, uno de los más importantes recalcados al término de esta investigación, es el tiempo dedicado al entorno educativo durante esta etapa emergente. Aquí, las instituciones deben ser conscientes de los aprendizajes tecnológicos de los educandos, por tanto, se debe reflexionar en los diferentes perfiles educativos que manejan los maestros con respecto al conocimiento y el manejo de estos entornos. Por otro lado, los docentes deben ser considerados con el alumnado, con respecto al manejo de los tiempos en cuestión de preparación de clases y entrega de tareas. Se señala la importancia de dar preferencia al aprendizaje, dentro de lo cual, se permita una adecuada organización por parte del educador, así como también se aprovechen recursos, horarios, espacios físicos y materiales que estén a disposición para el estudiante.

Por su parte, [24] analiza cómo la propagación endémica que llegó a provocar una pandemia llamada COVID-19, paralizó las diferentes áreas en las cuales se desenvolvía la sociedad habitualmente como lo son: escuela, hospitales, trabajo, aeropuertos, además de las interacciones de comunicación habituales entre las personas, por mencionar algunos, y por ende, sufrieron un cierre total o parcial en sus actividades. Se logra determinar que la educación a distancia es la alternativa adecuada en términos tecnológicos que ayudaron con su implementación a la conclusión de los procesos educativos. Se resalta la necesidad de evaluar a los alumnos con respecto al conocimiento en referencia a carreras que manejan tecnologías de información, y las necesidades que se requieren para estos tipos de aprendizajes. Importante también, es recalcar el nivel de conocimiento de los docentes que impartirán la educación a distancia, con la finalidad de saber si podrá transmitir el conocimiento por medio de estas herramientas, como se logra hacer de manera presencial. Por otro lado [25], en su investigación trabajó conforme a los marcos nacionales e internacionales que hacen referencia al aprendizaje en tiempos de pandemia, esto, para una adecuada creación de una metodología en la cual estuviera una participación comunitaria para la creación de un plan que asegurara un retorno seguro a las aulas de clases después de la pandemia. Esto se logró de manera gradual, ya que como es sabido, la pandemia generada por COVID-19 presentó un alza y una baja de contagios a lo largo de todo el mundo. La metodología se aplicó a seis instituciones educativas en los departamentos Paraguayos de Cordillera y Central. Se trabajó aquí en las cuatro dimensiones recomendadas por la UNESCO en referencia al Marco para la Reapertura de las Escuelas, que son: 1) Operaciones seguras; 2) Especial atención en el aprendizaje; 3) Bienestar y protección y 4) Atención a los grupos más vulnerables.

Como resultado, se demuestra una acertada pertinencia en la metodología utilizada y sus instrumentos manejados en esta investigación, así como la escalabilidad de la propuesta donde se promueve de manera asertiva, una adecuada participación y compromiso por parte de los actores que componen el entorno educativo en los departamentos de investigación de Cordillera y Central. [26], busca dentro de su trabajo describir de cierta manera las exigencias que los estudiantes del idioma francés llevaron dentro de sus cursos dentro de la pandemia saliente. Dentro de su investigación en la Universidad de Costa Rica, [26] realizó un enfoque mixto aplicado dentro del cual fue aplicado como método de recolección de datos, la aplicación de un cuestionario que contenía preguntas abiertas y cerradas con alta pertinencia para la investigación, la cual fue aplicada a 101 encuestados. Dentro de los principales resultados dentro de esta investigación aplicado a estudiantes del idioma francés en la Universidad de Costa Rica, sobresalen resultados positivos y otros negativos que se mencionaran a continuación:

- Positivo:
  - Aumento en creatividad;
  - Fomentación en la cooperación;
  - Crecimiento en rol por parte del estudiantado.
- Negativos:
  - Fatiga;
  - Estrés;
  - Sobrecarga estudiantil.

Como resultado positivo, de manera general se concluye que, el estudiantado que curso el idioma francés como lengua extranjera, le es posible la adaptación a la modalidad virtual, lo que lo lleva a una adecuada consecución de sus cursos en la carrera, dentro de la Universidad de Costa Rica.

## 1.1 Características de una unidad académica que trabaja con plataformas virtuales hoy en día

La pandemia obligó a varias organizaciones a modificar repentinamente sus estrategias de flujo de trabajo por medio de la adaptación a nuevas tecnologías. En la mayoría de los casos, estos organismos no tuvieron suficiente tiempo para reflexionar sobre cómo deberían introducirse e integrarse las nuevas estrategias y tecnologías asociadas a su configuración existente [27]. Las universidades de todo el mundo no fueron la excepción, algunos estudios iniciales describen como las instituciones de educación superior estaban pasando del aula a la educación en línea, debido a los contagios por COVID-19 [28]. Los profesores entregaron los contenidos de sus cursos a través de diversas PVE, software de videoconferencia y redes sociales, compartiendo notas y material pedagógico multimedia [29].

Para [30], las PVE son consideradas zonas que sirven para el desarrollo del aprendizaje a través de internet, el cuál es percibido por muchos especialistas en el tema, significativo para el alumno. Por tanto, para la utilización adecuada de las diferentes PVE mediante el ciberespacio, se deben valorar diversas circunstancias:

- Unidad académica, escuela o facultad: se encuentra determinada por la carrera que ofrece, la cual es seleccionada por parte del estudiante y de acuerdo con [31], la define como una institución en la que varios docentes pertenecientes a una misma disciplina comparten los mismos objetivos y sus metas académicas.
- Los programas de estudio: aunado al plan de estudios, es concebidos como uno de los ejes principales de una institución y de acuerdo con [32], confirman hasta cierto punto, como se planifican y se organizan las asignaturas escolares de cada centro educativo y forma una parte fundamental como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el docente.
- Infraestructura: recurso necesario para que se dé o no la implementación de plataformas virtuales educativas. [33], afirma que la implementación de una plataforma virtual en un centro educativo requiere tanto de recursos económicos para un adecuado desarrollo, como de personal altamente preparado en su mantenimiento periódico.
- Preparación del profesorado: necesario para un adecuado cumplimiento de los planes y programas de estudios de una institución académica. [34], confirman que un docente debe reunir tres características para brindar una buena clase en línea: conocimiento de tecnología, una buena metodología educativa y dominio de lo social. Los puntos anteriores, llevan al docente a una adecuada utilización de los recursos brindados por las plataformas virtuales educativas en su práctica diaria dentro de la docencia.
- Perfil del alumno universitario: esta es necesaria para que el estudiante cumpla con éxito una carrera universitaria. [35], lo definen como un factor determinante para lo cual el alumno tomara al término de su formación profesional, como una forma de vida.

Es importante considerar la influencia que ejercen la utilización de las PVE y otros tipos de herramientas virtuales en educación hoy en día. El profesorado, alumnado y personal administrativo que labora dentro de una unidad académica, deberá estar debidamente preparado para una adecuada terminación de un ciclo escolar. Por tanto, es indispensable invertir en la capacitación de todo el entorno que labora y asiste a estos lugares.

## 1.2 Plataformas Virtuales Educativas

Resulta evidente que la pandemia por COVID-19, que afectó al mundo desde principios de 2020, influyó negativamente los procesos educativos en todo el orbe. Las instituciones de educación superior deben poder funcionar en situaciones de crisis y su desempeño debe ser aceptable tanto para los profesores como para los estudiantes. En este sentido, las escuelas que tomen las lecciones de la pandemia y propongan los ajustes necesarios en el momento oportuno, darán forma al futuro de la enseñanza en el

mundo. Unos expertos afirman lo siguiente al evaluar las academias antes y después de la pandemia: “En la nueva era, los sistemas de educación abierta y a distancia amenazan los sistemas educativos universitarios establecidos. Las universidades tienen dificultades para proporcionar los resultados que se esperan de ellas. Aquellas que lean y evalúen correctamente este proceso sobrevivirán mientras que otras que no se ajusten a este proceso tendrán muchas dificultades para sobrevivir” [36]. Una forma de conseguir lo anterior es mediante el uso de las PVE.

Las PVE son definidas por [37], como entornos basados en la *web* configurados con muchas herramientas digitales optimizadas para fines docentes. Su función es permitir la creación y gestión de cursos completos para Internet sin que sean necesarios conocimientos profundos de programación. Usar las PVE facilita el aprendizaje electrónico, ya que proporciona material educativo sin restricciones de tiempo o lugar [38], lo que permite a los estudiantes y profesores interactuar a través de Internet y facilita el intercambio de información relacionada con la asignatura, y recursos [39]. Mediante estas herramientas las escuelas mantienen la integridad de sus programas educativos al permitir que los educadores desarrollen cursos de manera eficiente, imparten cátedra, fomentan la colaboración ente los alumnos y evalúan el proceso pedagógico, esta información se puede analizar para detectar patrones y brechas en el aprendizaje y definir mecanismos para el desarrollo de tutorías y la mejora general de la enseñanza [40]. La implementación de las PVE y otros tipos de herramientas virtuales en niveles medio superior y superior en México, aunado al uso de redes sociales en los niveles básicos de educación como apoyo para terminar de manera adecuada el ciclo escolar, fue consecuencia después del anuncio del cierre presencial de alumnos en las escuelas por parte de las entidades gubernamentales como un medio para reducir la propagación de la pandemia, la única opción disponible para las universidades fue adoptar estas herramientas.

En México, el trabajo en salud, sociedad y educación fue inmediato. En lo referente al ámbito educativo, se precisó la importancia de la continuidad educativa con la finalidad de no parar las actividades escolares. Por tanto, las entidades que conforman el estado mexicano contribuyeron a la consecución de ciclos escolares en turno, aplicando medidas sanitarias, como en su momento lo fue la Jornada Nacional de Sana Distancia, implementada a la sociedad mexicana a través de la Secretaría de Salud [41].

En Sinaloa, las instituciones educativas del estado, entre ellas la Universidad Autónoma de Sinaloa, lograron mantener sus actividades en los niveles medio superior y superior, buscando afanosamente estructuras ideales que le permitieran entregar de manera clara y precisa los contenidos que imparten, sin arriesgar la integridad de los alumnos, docentes y personal administrativo. Por lo tanto, se implementaron diferentes tipos de PVE, así como el uso de otro tipo de herramientas educativas capaces de brindar diferentes opciones, con la finalidad mantener el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre las plataformas virtuales educativas implementadas se encuentran las siguientes:

### 1.2.1 Moodle

Es una plataforma *Learning Manage System* (LMS) o Sistema de Gestión de Aprendizaje, basada en software libre y programado en lenguaje PHP. De acuerdo con [42], *Moodle* permite dentro de su proceso de enseñanza el intercambio de archivos a través de cursos en línea ofrecidos en Internet, permitiendo de esta manera, la gestión y diseño de asignaturas por parte del profesor. Admite desde actualizaciones gratuitas hasta la inscripción, modificación y eliminación de usuarios. Respaldo de archivos, descarga de información, tareas, así como actividades en línea de forma sincrónica y asincrónica disponibles para docentes y discentes debidamente registrados en cada clase ofrecida por la institución.

Para incluir *Moodle* en el ámbito pedagógico, es necesario saber su fundamentación teórica, la cual está basada en el enfoque constructivista, desde esta perspectiva, el foro de discusión en *Moodle* permite a los maestros construir un andamiaje para el aprendizaje de los estudiantes y les brinda amplias oportunidades para participar en un entorno democrático e interactivo, favoreciendo una enseñanza sincrónica y asincrónica, facilitando la construcción de conocimientos de manera autónoma de los alumnos. Además, la herramienta de comunicación en *Moodle* es especialmente útil para que los educandos obtengan información y participen en la retroalimentación y la mediación entre ellos de manera oportuna. Esto es importante para los jóvenes estudiantes de hoy en día en su búsqueda de comentarios y respuestas rápidas. Esta plataforma ha venido creciendo y ofreciendo innovaciones que se han ido adaptando a los nuevos entornos educativos, lo que se ofrece como una alternativa viable y al alcance de todos los centros encargados de brindar educación en tiempos de pandemia [43].

### 1.2.2 Google Classroom

*Google Classroom* es también una plataforma LMS basada en la interacción social con enfoque constructivista, y al igual que Moodle, se encuentra dentro del abanico de herramientas virtuales educativas utilizada por docentes de la Universidad Autónoma de Sinaloa hoy en día.

Ofrece un servicio gratuito basado en la web, desarrollado por *Google* para escuelas que tiene como objetivo simplificar la creación, distribución y calificación de tareas. *Google Classroom* agiliza el proceso de compartir archivos entre profesores y alumnos, además permite a los docentes crear un aula virtual en la que pueden administrar todos los recursos que necesitan sus educandos [44]. Los documentos se almacenan en *Google Drive* y se pueden editar en las aplicaciones de *Drive*, como *Google Docs*, *Sheets*, entre otras.

La interacción social de personas en este ámbito se inicia con la opción de anuncios en clase, colaboración en equipo, creación de lecciones, las cuales permiten interacción de docentes con los usuarios conectados en ese momento, así como el intercambio de documentos los cuales están almacenados en *Google Drive*. Está permitida la creación de clases por parte de maestros, en la cual son invitados los alumnos por parte de creador de la clase [45]. De acuerdo con otros autores como [46], está permitido el *feedback* o la retroalimentación en tiempo real. Permite también la inclusión de videollamadas activando la función de *Microsoft Meet*, desde *Google Workspace* por parte del administrador de la materia [47].

### 1.2.2 Microsoft Teams

Fue lanzada en marzo 14 del 2017 durante una transmisión web en vivo emitida en su página oficial de YouTube llamada *Microsoft 365*. *Microsoft Teams* está disponible en 19 idiomas y 181 mercados posibles. En 2017, contabilizó que ha sido utilizada dentro de más de 50,000 organizaciones. Microsoft se ha dado a la tarea de introducir en su aplicación más de 100 funciones nuevas que son capaces de brindar innovación continua en los ramos empresariales y educativos de hoy en día [48].

## 2 METODOLOGÍA

Esta investigación es exploratoria con enfoque cualitativo, determina la percepción de los estudiantes en el uso de las plataformas *Moodle*, *Google Classroom* y *Microsoft Teams* y los retos que afrontaron al emplearlas. Los datos se obtuvieron de encuestas aplicadas a una muestra inicial de 750 estudiantes de educación superior de la Unidad Regional Sur de la Universidad Autónoma de Sinaloa, y después se procedió a realizar un análisis de estos. La recopilación y la tasa de respuesta de los datos, el estudio de la población y la muestra, la producción de cuestionarios y las técnicas estadísticas se detallan a continuación. Se desarrolló una encuesta, revisada por expertos y académicos, y se puso a prueba antes de la implementación con una muestra de la audiencia objetivo. Esta herramienta en línea se aplicó mediante *Google Forms*. La encuesta estuvo disponible durante quince días en internet registrándose 750 respuestas.

Las características de los participantes se resumen en la Tabla 2. Como se ve, la muestra total se distribuyó de manera relativamente similar por género (52% mujeres y 48% hombres). La igualdad de oportunidades para ser elegido como sujeto también se concedió a todos los estudiantes de educación superior de la Unidad Regional Sur de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Tabla 2. Características de los participantes.

Genero	Masculino	48 %
	Femenino	52 %
Edad	23 años o más	24 %
	20 a 22 años	39 %
	19 años o menos	37 %

Dispositivo utilizado	Teléfono inteligente	60.3%
	Laptop	32.3%
	Otro tipo de dispositivo	7.4%
Conocimiento previo de las plataformas de e-learning (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams)	Sí	32%
	No	68%
Experiencia previa completando un curso de e-learning	Sí	18 %
	No	82 %
Experiencia previa completando un curso basado en la web en otras plataformas	Sí	16 %
	No	84%

Fuente: Elaboración propia.

La encuesta contiene dos partes: la primera, parte del cuestionario utilizado para obtener datos demográficos. La segunda parte pretende evaluar el aprendizaje electrónico desde el punto de vista del estudiante utilizando *Moodle*, *Google Classroom* y *Microsoft Teams*, mientras que otras preguntas sirvieron para valorar en los encuestados la eficacia de las plataformas *Moodle*, *Google Classroom* y *Microsoft Teams* en el proceso educativo. Otros cuestionamientos abordaron los problemas de uso de e-learning de los discentes, así como también el número de disciplinas cubiertas en esta modalidad; la cantidad de tiempo que los estudiantes han dedicado al aprendizaje electrónico; actividades/tareas que los participantes realizan directamente en el entorno de e-learning; opinión de los alumnos sobre el uso de cursos electrónicos en el proceso de aprendizaje; evaluación del impacto del aprendizaje electrónico en el autoaprendizaje y la motivación de los encuestados.

## 2.1 Recolección de datos

Los datos se recopilaron a través de encuestas y la herramienta *Google Forms*, mediante la cual los cuestionarios fueron obtenidos de manera aleatoria de estudiantes de educación superior de la Unidad Regional Sur de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Todos los formularios se completaron y analizaron, utilizando el programa *Microsoft Excel*. La encuesta concluyó en poco tiempo gracias a la facilidad para responder en línea cualquier pregunta del instrumento utilizado.

Se usó el coeficiente alfa de *Cronbach* para la precisión del cuestionario de prueba, obteniendo un valor de 0.75 siendo muy consistente. El valor para todos los ítems bajo el alfa de *Cronbach* es 0.75, lo que indica valores de prueba de estudio aceptables, un rango de calidad razonable del 70 %.

## 3 RESULTADOS

Los resultados muestran claramente que los encuestados son muy conscientes del uso de *Moodle*, *Google Classroom* y *Microsoft Teams* para su aprendizaje. En el proceso educativo de la universidad durante tiempos de pandemia, la gran mayoría de los estudiantes usaron alguna de estas plataformas.

Sobre la participación por Unidades Académicas (en la que se describen porcentajes y encuestados), quedo de la siguiente manera: UA Centro de Estudios Superiores del Rosario 8% (60), UA Centro de Idiomas Mazatlán 6% (45), UA Arquitectura Mazatlán 14% (105), UA Escuela de Ingeniería Mazatlán 18% (135), UA Facultad de Informática Mazatlán 24%(180), UA Facultad de Trabajo Social 8% (60), UA Gastronomía y Nutrición 4% (30), UA Facultad de Derecho Mazatlán 8% (60), UA Escuela Superior de Enfermería Mazatlán 4% (45) y UA Facultad de Ciencias del Mar % (30). La percepción de los alumnos sobre el manejo de *Moodle*, *Google Classroom* y *Microsoft Teams* y la eficiencia de su uso en la educación se define en la Tabla 3.

Tabla 3. La percepción de los estudiantes hacia el uso de plataformas de e-learning (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams) en el proceso de enseñanza (en porcentaje).

Pregunta	Si	No
Las plataformas de e-learning (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), me facilitan el acceso a material educativo.	83.8 %	16.7%
Las plataformas de e-learning (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), mejoran el proceso educativo facilitando la comunicación entre el alumno y el maestro.	80.7%	19.3%
Las plataformas de e-learning (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), las percibo como un trabajo adicional o extra.	65.1 %	34.9%
Las plataformas de e-learning (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), pueden ser usadas en cualquier asignatura.	60.3%	39.7%
Hay una necesidad ahora, y en el futuro, de e-learning, y se convertirá en una parte integral del proceso educativo.	80.4%	19.6%
E-learning es conveniente para lo que estudio.	70.6%	29.4%
Las plataformas de e-learning (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), me permiten organizar de manera más efectiva el proceso de aprendizaje.	81.4 %	18.6%
Las plataformas de e-learning (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), no son recomendables a tiempo completo.	71.3%	28.7%

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en Tabla 3, el 83.8% de los participantes afirman que las plataformas de *e-learning* les facilitan el acceso a materiales educativos, y estas mismas herramientas, conforme al 80.7% de los encuestados, les facilitan el proceso de comunicación con sus profesores. Sin embargo, los resultados del estudio indican que el uso de *Moodle*, *Google Classroom* y *Microsoft Teams* como plataformas que ayudan educativamente, se perciben como un trabajo adicional o extra para un 65.1% de los participantes.

Las plataformas de *e-learning* según los encuestados pueden aplicarse para todas las asignaturas según el 60.3%, y el 80.4% indicaron que el *e-learning* es necesario ahora y en el futuro y será parte del proceso educativo. La mayoría de los participantes está de acuerdo en que el aprendizaje electrónico es relevante para sus estudios, manifestado por el 70.6% y les permite coordinar el proceso cognitivo de manera más efectiva, expresado por el 81.4%. Varios estudiantes manifestaron que usar estos instrumentos virtuales la mayor parte del tiempo no es recomendable en un 71.3 %.

Sobre de la percepción que tiene el estudiante acerca del uso de las plataformas virtuales y cuál es el efecto causado en el autoaprendizaje del alumno, se encuentran plasmados en la Tabla 4.

Tabla 4. La percepción del uso de las plataformas virtuales y su efecto en el autoaprendizaje y el rendimiento académico.

Pregunta	Si	No
Las plataformas virtuales educativas (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), contribuyen a desarrollar un aprendizaje más rápido.	71.5%	28.5%
Usando las plataformas virtuales educativas (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), recuerdo mejor los contenidos educativos.	72.6%	27.4%
No tengo dificultades para responder exámenes en línea.	64.6%	35.4%
En las plataformas virtuales educativas puedo entender las lecciones fácilmente.	78.3%	21.7%



Pregunta	Si	No
Las plataformas virtuales educativas (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), aumentaron mi capacidad para administrar el tiempo de estudio.	62.5%	37.5%
Con las plataformas virtuales educativas (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), incrementaron mi motivación para el estudio.	64.8%	35.2%
Las plataformas plataformas virtuales educativas (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), aumentaron mi autoaprendizaje y me hizo estudiar por mi cuenta y puedo lograr un progreso adecuado a mi capacidad.	62.5%	37.5%
Las plataformas virtuales educativas (Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams), contribuyen para el aprendizaje sea entretenido.	70.5%	29.5%

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 4 muestra que el 71.5% de los participantes indican que las PVE, ayudan a mejorar la velocidad de aprendizaje y el 72,6% de los estudiantes encuentran que recuerdan mejor los detalles mientras están usando estos instrumentos. Un 64.6% no tiene dificultades para responder exámenes en línea. Los hallazgos sugieren que un 78.3% pueden entender fácilmente las lecciones mediante las PVE, y un 62.5% su capacidad de gestión del tiempo mejorada. También muestran que la motivación de estudio ha mejorado mediante estas herramientas, además de que han incrementado su autoaprendizaje, así lo señaló el 62.5 %. Entre los resultados se han obtenido que el 70.5% de los educandos disfrutaron más mediante PVE. En referencia a las perspectivas que los discentes esperaban sobre las barreras que encontrarían para el aprendizaje en línea, las respuestas se encuentran definidas en la Tabla 5.

Tabla 5. Perspectivas de los estudiantes sobre las barreras del aprendizaje en línea.

NP	P	TeD	D	DA	TdA
P1	Bajo ancho de banda de Internet.	0 %	11%	44%	45%
P2	Tengo demasiadas distracciones (juegos en línea, YouTube, Redes Sociales, etc.).	0 %	4%	36%	60%
P3	Las plataformas virtuales no me proporcionan al acercamiento necesario con el profesor.	0 %	8%	40%	52%
P4	Las plataformas virtuales son de difícil acceso mediante el celular.	0 %	4%	32%	64%
	He experimentado dificultades físicas (fatiga visual, estrés, etc.) para usar las plataformas.	0 %	12%	76%	12%

**NP:** Número de Pregunta; **P:** Pregunta; **TeD:** Totalmente en Descuerdo; **D:** Desacuerdo; **DA:** De Acuerdo; **TdA:** Totalmente de Acuerdo.

Fuente: elaboración propia.

En tabla 5, se muestran los resultados relacionados a las *Barreras del aprendizaje en línea*, los participantes respondieron la P1 con el resultado de que el 44 % de los encuestados está de acuerdo con la afirmación de *Bajo ancho de banda de Internet*. Mientras tanto, el resto del 45% de los participantes responde muy de acuerdo con la declaración, pero hay una pequeña cantidad de encuestados que no está de acuerdo con la declaración, lo cual arrojó un 11%. Para acceder a las plataformas de e-learning, se necesita una conexión a Internet decente y estable. Esa no es la única barrera, ya que cuando un maestro sube una gran cantidad de archivos a la clase, será difícil para los estudiantes acceder a ellos si no poseen una conexión a Internet adecuada.

En la segunda pregunta, *Tengo demasiadas distracciones (juegos en línea, YouTube, Redes Sociales, etc.)* semuestra que el 4% del alumnado está en desacuerdo con la afirmación, y el 36% restante y el 60% está de acuerdo y muy de acuerdo con las afirmaciones, de manera respectiva. La tercera sentencia *Las plataformas virtuales no me proporcionan al acercamiento necesario con el profesor*, el 40% de los

discentes está de acuerdo con la afirmación y el 52% restante está totalmente de acuerdo con las aseveraciones, sin embargo, hay un 8% de los participantes que no están de acuerdo con la afirmación. Al respecto del resultado de este ítem cabe señalar, la preocupación de que el aprendizaje electrónico a veces se queda corto para algunos estilos de aprendizaje y habla de una puerta menos abierta para la conexión con otros estudiantes y facilitadores. El aprendizaje en el salón de clases es más personal e interactivo, pero hay muchos beneficios al conducir un *e-learning*, y la mayor parte es en términos de conveniencia y asequibilidad, aunque el "contacto personal" no se puede adquirir por completo tantocomo en el aprendizaje en el aula. El cuarto cuestionamiento acerca de si *Las plataformas virtuales son de difícil acceso mediante el celular*, indica que el 32% de los encuestados está de acuerdo como respuesta, el 64% está muy de acuerdo con la afirmación y el 4% no está de acuerdo.

Por último, en el quinto enunciado, el 76 % de los alumnos responde que está de acuerdo con la afirmación *He experimentado dificultades físicas (fatiga visual, estrés, etc.) para usar las plataformas*, aquí, el 12% de los educandos está muy de acuerdo, pero hay un 12% de los encuestados en desacuerdo con la afirmación.

#### 4 CONCLUSIONES

El objetivo del estudio fue determinar las percepciones y retos de los estudiantes sobre el uso de las plataformas de *e-learning Moodle, Google Classroom y Microsoft Teams*. La revisión de los datos permite concluir que las PVE fomentaron un crecimiento de la universidad dentro del modelo virtual educativo. El confinamiento por COVID-19, obligó a las escuelas a utilizar de manera emergente las TIC, incorporándolas al proceso de enseñanza y aprendizaje, dando continuidad al proceso formativo. La mayoría de los estudiantes creen que estas plataformas son importantes para la educación superior hoy y en el futuro, así como también serán una parte integral para su desarrollo cognitivo. Los encuestados se muestran satisfechos con el uso de las PVE, para garantizar una enseñanza efectiva, aunque hay participantes que no quieren usarlas a tiempo completo, sino a tiempo parcial o en forma convencional.

Los alumnos señalan que son un instrumento que pueden usar para todas sus actividades educativas, de modo que estas plataformas puedan ayudarlos a manejar los procesos de aprendizaje de manera más efectiva aunado con el uso de recursos de aprendizaje tradicionales. Los hallazgos muestran que el *e-learning* es útil en su contexto de estudio y se relaciona con el prototipo actual de investigación de comunicación e información, además las PVE ayudan a los estudiantes a desarrollar sus propias destrezas de autoaprendizaje, mejorando y animando a avanzar de acuerdo con sus habilidades. Esto también les facilita la gestión del tiempo y los motiva a aprender, ya que muchos de ellos han podido resolver sus tareas mediante el uso de recursos en línea. Entre los retos que afrontan las PVE, se encuentran la dificultad para acceder desde los dispositivos móviles por parte de los estudiantes, y la falta de acercamiento con los profesores, mediante estos entornos para los alumnos, esto aunado a los múltiples distractores que tuvieron los educandos durante su confinamiento, y sin olvidar los problemas de conexión mediante Internet.

Con base en los hallazgos de la investigación, se hacen las siguientes sugerencias para mejorar la percepción de las PVE como sistema electrónico de enseñanza y aprendizaje por parte de los estudiantes de la Universidad Autónoma de Sinaloa: 1. Se deben hacer arreglos especiales con los proveedores de telecomunicaciones para mejorar el acceso y el ancho de banda de la conectividad a Internet para que los alumnos accedan a las PVE, en todo momento. 2. Los profesores deben esforzarse mucho para dar retroalimentación inmediata a los educandos sobre su desempeño, y fomentar mayor comunicación entre ellos.

#### 5 AGRADECIMIENTOS

Este artículo de investigación fue elaborado gracias al apoyo realizado por la Universidad Autónoma de Sinaloa a través de proyecto PROFAPI PRO\_A4\_012, en su convocatoria 2021.

## REFERENCIAS

- [1] J. Flores y A. Mosiño, "Educación y crecimiento económico. Jóvenes en la Ciencia," vol. 3, no. 2, p. 2, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/4529>
- [2] J. Pauy y F. Jefferson, "A comparative analysis of student performance in an online vs. face-to-face environmental science course from 2009 to 2016," *Frontiers in Computer Science*, vol. 1, p. 7, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fcomp.2019.00007>
- [3] A. Plaza, "Informe científico-divulgativo: un año de coronavirus SARS-COV-2. 12 enero 2022," Ministerio de Ciencia e Innovación de España, Instituto de Salud Carlos III, 2020.
- [4] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Coronavirus," 5 de enero de 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.who.int/es/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_1](https://www.who.int/es/health-topics/coronavirus#tab=tab_1)
- [5] G. Hernández, "Gestión de las emociones en tiempos de pandemia y su impacto en el rendimiento académico," *UCV HACER: Revista de Investigación y Cultura*, vol. 9, no. 4, pp. 55-64, oct.-dic. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7946112>
- [6] R. Zapata, J. E. González, E. B. Meza, E. Salaza, L. Plascencia y C. J. González, "Mexico's higher education students' experience during the lockdown due to the COVID-19 pandemic," *Frontiers in Education*, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/educ.2021.683222>
- [7] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), "Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación (ECOVID-ED) 2020," 18 de enero de 2022.
- [8] A. Barraza, "El estrés de pandemia (COVID 19) en la población Mexicana," Centro de Estudios Clínica e Investigación Psicoanalítica S.C., México, 2020.
- [9] M. J. Savage, R. James, D. Magistro, J. Donaldson, L. C. Healy, M. Nevill y P. J. Hennis, "Mental health and movement behaviour during the COVID-19 pandemic in UK university students: Prospective cohort study," *Mental Health and Physical Activity*, vol. 19, p. 100357, 2020.
- [10] L. González, "Estrés académico en estudiantes universitarios asociado a la pandemia por COVID-19," *Espacio I+D, Innovación más desarrollo*, vol. 9, no. 25, 2020.
- [11] J. Cavazos, A. Máynez y G. Jacobo, "Miedo al Covid-19 y estrés: su efecto en agotamiento, cinismo y autoeficacia en estudiantes universitarios mexicanos," *Revista de la educación superior*, vol. 50, no. 199, pp. 97-115, 2021.
- [12] E. Estrada, M. Mamani, N. Gallegos, H. Mamani y M. Zuloaga, "Estrés académico en estudiantes universitarios peruanos en tiempos de la pandemia del COVID-19," *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, vol. 40, no. 1, pp. 88-93, 2021.
- [13] N. Reyes y P. Trujillo, "Ansiedad, estrés e ira: el impacto del COVID-19 en la salud mental de estudiantes universitarios," *Investigación & desarrollo*, vol. 13, no. 1, pp. 3-14, 2020.
- [14] M. Pérez, J. Gómez, O. Tamayo, A. Iparraguirre y E. Besteiro, "Alteraciones psicológicas en estudiantes de medicina durante la pesquisa activa de la COVID-19," *MEDISAN*, vol. 24, no. 4, pp. 537-548, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368464308001>
- [15] J. Ruichen, "Knowledge, attitudes and mental health of university students during the COVID-19 pandemic in China," *Children and Youth Services Review*, vol. 119, p. 105494, 2020.
- [16] R. Paricio del Castillo y M. Pando, "Salud mental infanto-juvenil y pandemia de Covid-19 en España: cuestiones y retos," *Revista de psiquiatría infanto-juvenil*, vol. 37, no. 2, pp. 30-44, 2020.
- [17] A. Essadek y T. Rabeyron, "Mental health of French students during the Covid-19 pandemic," *Journal of Affective Disorders*, vol. 277, pp. 392-393, 2020.
- [18] C. Kaparounaki, M. Patsali, D. Mousa, E. Papadopoulou, K. Papadopoulou y K. Fountoulakis, "University students' mental health amidst the COVID-19 quarantine in Greece," *Psychiatry Research*, vol. 290, p. 113111, 2020.

- [19] W. Copeland, E. McGinnis, Y. Bai, Z. Adams, H. Nardone, V. Devadanam y J. Hudziak, "Impact of COVID-19 pandemic on college student mental health and wellness," *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, vol. 60, no. 1, pp. 134-141, 2021.
- [20] N. Hasan y Y. Bao, "Impact of 'e-Learning crack-up' perception on psychological distress among college students during COVID-19 pandemic: A mediating role of 'fear of academic year loss'," *Children and Youth Services Review*, vol. 118, p. 105355, 2020.
- [21] P. Aguilera, "College students' use and acceptance of emergency online learning due to COVID-19," *International Journal of Educational Research Open*, vol. 1, 2020.
- [22] R. J. Miguel, "La educación superior en tiempos de pandemia: una visión desde dentro del proceso educativo," *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, vol. 50, núm. Esp., pp. 13-40, 2020.
- [23] L. García, "COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento," *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 24, no. 1, 2021.
- [24] P. D. Tovar, "Educación a distancia en México en tiempos de COVID-19. Retos y realidades," *Revista Glosa*, año 9, núm. 16, enero-junio 2021.
- [25] L. Paulo, R. Soledad, C. Vuyk, M. Galeano y D. Vázquez, "Participación comunitaria en la construcción del plan de retorno seguro a las escuelas: Experiencia del plan piloto 2020-2021," *Revista Paraguaya de Educación*, vol. 10, no. 2, 2021.
- [26] K. A. Chao, M. A. Cambroner y M. P. Chacón, "Educación universitaria en tiempos de pandemia: el caso del estudiante de francés," *Revista Educación*, vol. 46, no. 1, 2022.
- [27] N. Carroll y K. Conboy, "Normalising the 'new normal': Changing tech-driven work practices under pandemic time pressure," *International Journal of Information Management*, vol. 55, p. 102186, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102186>
- [28] W. Bao, "COVID-19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University," *Human Behavior and Emerging Technologies*, vol. 2, no. 2, pp. 113-115, 2020.
- [29] F. Aguilar, "Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia," *Estudios Pedagógicos - Valdivia*, vol. 46, no. 3, pp. 213-223, 2020.
- [30] J. Sánchez, "Plataformas de enseñanza virtual para entornos educativos," *Revista de Medios y Educación*, no. 34, pp. 217-233, 2009.
- [31] M. Lobato, "Unidades académicas en las instituciones de educación superior. Organización y decisión," *Universidad Iberoamericana, México*, 2016.
- [32] A. Pérez, C. Méndez, P. Pérez y J. García, "Los programas de estudio en la educación superior. Orientaciones para su elaboración," *Revista Perspectivas Docentes*, no. 62, pp. 21-31, 2017.
- [33] A. Fernández, "Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet," en *Las plataformas de aprendizaje. Del mito a la realidad*, Biblioteca Nueva eBooks, pp. 45-73, 2009.
- [34] J. Romero Díaz de la Guardia, A. Moreno y T. Sola, "Estudio de necesidades de formación de los profesores andaluces en el ámbito de la autoría de materiales educativos digitales en ambientes virtuales de aprendizaje," *JETT (Journal for Educators, Teachers and Trainers)*, vol. 3, no. 1, pp. 92-108, 2012.
- [35] G. Bravo y M. Vergara, "Factores que determinan la elección de carrera profesional en estudiantes de undécimo grado de colegios públicos y privados de Barrancabermeja," *Psicoespacios: Revista Virtual de la Institución Universitaria de Envigado*, vol. 12, no. 20, pp. 35-48, 2018.
- [36] M. J. Sá y S. Serpa, "The COVID-19 pandemic as an opportunity to foster the sustainable development of teaching in higher education," *Sustainability*, vol. 12, no. 20, p. 8525, 2020.
- [37] S. Díaz, "Plataformas educativas, un entorno para profesores y alumnos," *Revista Digital para Profesores de la Enseñanza. Temas para la Educación*, no. 2, 2009.

- [38] K. Luna, E. Bautista, G. Rocano y C. Zhingri, “Nuevos métodos de la enseñanza-aprendizaje por medio de la tecnología en plataformas educativas,” *Explorador Digital*, vol. 4, no. 1, pp. 43-54, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v4i1.1072>
- [39] S. Huerta Ramírez, D. Castro Serna, A. Paniagua Pérez y A. Melchor López, “Impacto de un modelo pedagógico constructivista apoyado con TIC para desarrollar competencias en medicina,” *Investigación en Educación Médica*, vol. 7, no. 28, pp. 35-44, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2018.28.1744>
- [40] A. Contreras y L. Garcés, “Ambientes Virtuales de Aprendizaje: dificultades de uso en los estudiantes de cuarto grado de Primaria,” *Prospectiva*, no. 27, pp. 215-240, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.25100/prts.v0i27.7273>
- [41] SSA [Secretaría de Salud], “Jornada Nacional de Sana Distancia”. México, 2020. [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/541687/Jornada\\_Nacional\\_de\\_Sana\\_Distancia.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/541687/Jornada_Nacional_de_Sana_Distancia.pdf)
- [42] F. Cosano, “La plataforma de aprendizaje Moodle como instrumento para el trabajo social en el contexto del Espacio Europeo de la Educación Superior.” *Revista Acciones e Investigaciones Sociales*, ISSN 1132-192X, N° Extra 1, 2006. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_ais/ais.20061Ext419](https://doi.org/10.26754/ojs_ais/ais.20061Ext419)
- [43] Moodle (13 de marzo de 2022). Historia. <https://docs.moodle.org/all/es/Historia>
- [44] M. Okmawati, “The use of Google Classroom during pandemic.” *Journal of English Language Teaching*, 9(2), pp. 438-443, 2020.
- [45] Gobierno de Canarias, “Classroom: red social educativa”, 2022. <https://www3.gobiernodecanarias.org/>
- [46] F. Alves y D. Lima, “Uso de la clasificación para el análisis y la minería de datos en la herramienta de enseñanza-aprendizaje Google Classroom.” *Revista Nuevas Ideas en Informática Educativa*, no. 14, pp. 589-594, 2018. <http://www.tise.cl/Volumen14/TISE2018/589.pdf>
- [47] Google, “Iniciar clases por videollamada”, 2022. <https://support.google.com/edu/classroom/answer/9776888?hl=es&co=GENIE.Platform%3DAndroid>
- [48] K. Koenigsbauer, “Microsoft Teams rolls out to Office 365 customers worldwide.” Microsoft Corporation, 2017. <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2017/03/14/microsoft-teams-rolls-out-to-office-365-customers-worldwide/>