LaSalle Universidad

Vol 6 N°1
Marzo - Agosto
2025

INNOVACIÓN Y SOFTWARE

REVISTA DE LA FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA DE ULASALLE

Universidad La Salle, Arequipa, Perú
facin.innosoft@ulasalle.edu.pe
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

ARK: ark:/42411/s23
PURL: 42411/s23
DOI: 10.48168/innosoft.s23

Revista Innovación y Software

Vol. 6 Nº. 1 2025 Marzo - Agosto
ISSN: 2708-0935
DOI: 10.48168/innosoft.s23
ARK: ark:/42411/s23
PURL: 42411/s23
Depósito Legal: 2023-08884
Periodicidad: Semestral
Publicado: 31/03/2025

Editado por: Universidad La Salle
RUC: 20456344004
Ave. Alfonso Ugarte No. 517, Cercado, Arequipa, Perú

Comité Editorial
Editor jefe: Dr. Yasiel Pérez Vera
Editores asociados: MSc. Anié Bermudez Peña, MSc. Percy Oscar Huertas Niquén

Miembros del Consejo Editorial:
Dr. José Manuel Patricio Quintanilla Paulet
Hno. Jacobo Meza Rodríguez
Dr.C José Javier Zavala Fernández
Dr. Glenn Roberto Arce Larrea
Dr.C Álvaro Rodolfo Fernández del Carpio
MSc. Paul Mauricio Mendoza del Carpio

Corrección de estilos: MSc. Orlando Alonso Mazeyra Guillén
Maquetación: Patrick Andrés Rampirez Santos, Daniel Antonio Casas Soto

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.
Se permite la reproducción total o parcial de este libro, así como su transmisión sin fines de lucro por cualquier medio, respetando los derechos de autor con respecto al texto e ilustraciones.

Hecho en Perú

Editorial

Estimados lectores,

Es con gran placer que se presenta el volumen 6, número 1 de InnoSoft Journal, correspondiente al período de marzo 2025 a agosto 2025. Esta edición marca un hito importante en nuestra trayectoria, ya que aborda diversas investigaciones relacionadas con el impacto transformador de la inteligencia artificial, la blockchain y otras tecnologías emergentes en múltiples sectores, utilizando revisiones sistemáticas y análisis teóricos para ello. Además, se incluyen conceptos innovadores y disruptivos que marcarán el avance de las nuevas tecnologías en diversas industrias, impulsando la modernización hacia la era 4.0. Los artículos originales abarcan un amplio espectro, desde la protección de datos sensibles en redes sociales hasta la gestión eficiente de inventarios en gimnasios, pasando por la influencia de la inteligencia artificial en la creación artística, el desarrollo de software, la transición a IPv6 en el sector público, y las brechas económicas en el acceso a la IA. Finalmente, se pone el foco en la inteligencia artificial generativa, que, gracias a sus múltiples aplicaciones, se integra cada vez más en la vida cotidiana de personas y empresas, redefiniendo procesos y abriendo nuevas oportunidades.

Destacan también las contribuciones en áreas como la criptografía y blockchain en el Internet de las Cosas, el rol de la inteligencia artificial en la ciencia de datos, la predicción meteorológica inteligente mediante técnicas de deep learning, y la transformación de los procesos judiciales a través de la IA. Estos trabajos no solo demuestran la vitalidad de nuestra comunidad investigadora, sino que también ofrecen perspectivas valiosas sobre cómo podemos mejorar la seguridad, eficiencia y efectividad de los sistemas tecnológicos en diversos contextos. Los artículos de revisión complementan perfectamente nuestros artículos originales, explorando temas como el impacto de la inteligencia artificial generativa en el trabajo de los programadores, las perspectivas teóricas y desafíos emergentes en la ciencia de datos, y las soluciones tecnológicas basadas en blockchain para la protección de datos. Estos estudios proporcionan una base sólida para futuros trabajos de investigación y desarrollo en estas áreas cruciales.

Mirando hacia el futuro, es evidente que nos encontramos en un punto de inflexión en el desarrollo de software, la inteligencia artificial y las tecnologías descentralizadas. Los desafíos y oportunidades que se presentan requieren de nuestra atención colectiva y de un enfoque interdisciplinario. Se invita a nuestros lectores a reflexionar sobre las implicaciones de estos avances y a considerar cómo podemos dirigir nuestros esfuerzos de investigación y desarrollo hacia soluciones que no solo sean tecnológicamente avanzadas, sino también éticas, inclusivas y sostenibles.

Atentamente,

Comité Editorial

Índice

Artículos Originales 5

Identificando Tecnologías Blockchain para la Protección de Información Sensible en Redes Sociales: Una Revisión Sistemática 6
José María Huaman Obregónn, Guido Haro Marco Lucas, Alberto Mendoza de Los Santo

Control de la Logística de Suplementos en Gimnasios: Un Sistema web para la gestión de inventarios. 24
Fernando Pantoja Payajo, George Castillo Perez

Reimaginando el Arte: La Influencia de la Inteligencia Artificial en la Creación de Arte Digital 36
Alejandro Quiroz Rodriguez, Lenner Zavaleta Carranza, Marcelino Torres Villanueva

Análisis de la situación actual de la transición al protocolo IPv6 en las entidades Pública en el Perú . 44
Giovani Ruben Cala Caso

El Impacto de las IA Generadoras de Código en en Trabajo de los Programadores 55
Kevin Paul Rivas Verastegui, Elmo Francisco Tirado Ruiz, Marcelino Torres Villanueva

Brechas en el Acceso a la Inteligencia Artificial y su Impacto en la Economía 69
Cristhian Jondec Delgado, Diego Vásquez Jaramillo, Marcelino Torres Villanueva

La IA Generativa en el Desarrollo de Software: Impacto en Diversas Industrias 76
Guliana Lulichac Ramos, Fernando Pantoja Payajo, Marcelino Torres Villanueva

Artículos de revisión 102

Criptografía y Blockchain en el Internet de las Cosas: Protección de Datos a través de Tecnologías Descentralizadas 103
José Alexander Yesán Luján, María Alexandra Lecca Rengifo, Alberto Carlos Mendoza de los Santos

El Rol de la Inteligencia Artificial en la Ciencia de Datos: Perspectivas Teóricas y Desafíos Emergentes 115
Anthony JeanPaul Reyes Risco, Juan Aurelio De La Cruz , Marcelino Torres Villanueva

Impacto de la Inteligencia Artificial en la Robótica Asistida para Personas con Discapacidad: Una Revisión Sistemática 128
Kevin Paul Rivas Verastegui, Elmo Francisco Tirado Ruiz, Marcelino Torres Villanueva

Técnicas y Herramientas de Deep Learning para la Predicción Meteorológica Inteligente 142
Maria de Fatima Caffo Villalobos, Marcelino Torres Villanueva

El Papel de la Inteligencia Artificial en la Transformación de los Procesos Judiciales 152
Gerson Aldair Pulache Quiroga, Ivan Jeremi Fernandez Esquerre, Marcelino Torres Villanueva

Artículos Originales

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 6-23
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Redes y seguridad informática
Recibido: 20/12/2024 | Aceptado: 10/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a197
ARK: ark:/42411/s23.a197
PURL: 42411/s23.a197

Identificando Tecnologías Blockchain para la Protección de Información Sensible en Redes Sociales: Una Revisión Sistemática

Identifying Blockchain Technologies in the Protection of Sensitive Information on Social Networks: A Systematic Review

José María Huaman Obregón[1][0009-0001-3882-0368]*, **Guido Haro Marco Lucas**[2][0000-0003-1490-5479], **Alberto Mendoza de Los Santo**[3][0000-0002-0469-915X]

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. jmhuamano@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mguido@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. amendozad@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: jmhuamano@unitru.edu.pe

Resumen
Este trabajo aborda la identificación de las tecnologías basadas en blockchain para la protección de datos de carácter sensible en las redes sociales que hoy por hoy son parte de nuestra vida cotidiana. Señala las tecnologías más relevantes de blockchain que están ganando terreno en la era tecnológica en la que nos encontramos. La metodología usada corresponde a los principios de la declaración PRISMA, utilizando repositorios de alta exigencia como SCOPUS, SCIELO, IEEE XPLORE, MDPI, IIETA, SAGE JOURNAL e IJCSE encontrando 25 documentos relevantes para el estudio. Estos últimos, centran sus investigaciones en el uso y aplicación de tecnologías blockchain en casos específicos de plataformas digitales saliendo a destacar 4 tecnologías: Blockchain híbrido, Contratos inteligentes, Blockchain público y la encriptación de datos. Los resultados señalan que son las tecnologías más usadas para la protección de información. Las conclusiones destacan la importancia de Blockchain en la protección de información, indicando Se identifican oportunidades para investigaciones futuras, en particular. casos de estudios más específicos donde se aproveche mucho mejor la tecnología en cuestión.

Palabras claves: Blockchain, seguridad, protección de la información, seguridad de la información, redes sociales

Abstract
This work addresses the identification of blockchain-based technologies for the protection of sensitive data on digital platforms that are now part of our daily lives. It points out the most relevant blockchain technologies that are gaining ground in the technological era in which we find ourselves. The methodology used corresponds to the principles of the PRISMA declaration, using high-demand repositories such as SCOPUS, SCIELO, IEEE XPLORE, MDPI, IIETA, SAGE JOURNAL and IJCSE, finding 25 documents relevant to the study. The latter focus their research on the use and application of blockchain technologies in specific cases of digital platforms, highlighting 4 technologies: Hybrid blockchain, Smart contracts, Public blockchain and Data encryption. The

results indicate that they are the most used technologies for the protection of information. The conclusions highlight the importance of Blockchain in protection. information, indicating opportunities for future research are identified, in particular more specific case studies where much better use is made of the technology in question.

Keywords: *Blockchain, security, information protection, information security, social networks*

Introducción

El uso masivo de redes sociales ha cambiado la manera en que las personas se relacionan entre sí, consumen y comparten información. Sin embargo, con esta evolución han surgido desafíos significativos vinculados a la privacidad, seguridad de la información y la integridad del contenido compartido en estas plataformas. La proliferación de noticias falsas, la manipulación de información y el manejo inadecuado de la información de los usuarios han generado una creciente preocupación. Las plataformas sociales tradicionales, centralizadas y con control limitado por parte de los usuarios, presentan serios problemas con respecto a asegurar la protección de los datos sensibles. Para hacer frente a estos desafíos, la tecnología blockchain ha surgido como una solución prometedora. Blockchain, como un libro de contabilidad distribuido, ofrece ventajas clave como la transparencia, la inmutabilidad y la descentralización. Estas características permiten un control más seguro sobre los datos, eliminando la dependencia de terceros y protegiendo la información de forma eficiente. En plataformas sociales, la capacidad de blockchain para descentralizar el control y asegurar que los datos sean almacenados y compartidos de manera segura ha sido probada en varias aplicaciones [1], [2]. Un ejemplo notable es el proyecto ARTICONF, que utiliza blockchain para garantizar la producción de contenido informativo democrático a través de la aplicación MOGPlay, enfocada en la veracidad de la información y la colaboración entre ciudadanos para el periodismo de multitudes. Este tipo de sistemas busca resolver problemas de privacidad y confianza, esenciales en un entorno donde las redes sociales están plagadas de noticias falsas y contenido manipulado [1]. Otra solución destacada es RecGuard, un sistema que aborda el problema del control y privacidad de datos sensibles en redes sociales descentralizadas. RecGuard utiliza contratos inteligentes y blockchain para asegurar que los usuarios posean control absoluto sobre, previniendo accesos maliciosos y resolviendo problemas de confianza entre los usuarios y las plataformas [2]. Adicionalmente, la tecnología blockchain ha sido aprovechada para combatir deepfakes y proteger el contenido digital en el metaverso. Utilizando NFTs (Non-Fungible Tokens) y un sistema descentralizado de reputación, los creadores de contenido pueden verificar la autenticidad y propiedad de sus medios, lo que añade una capa adicional de protección a los datos sensibles distribuidos en plataformas digitales [3]. Estos mecanismos no solo permiten la validación de información, sino que también promueven un entorno más seguro y confiable para los usuarios. El creciente interés en blockchain para proteger la propiedad intelectual en redes sociales también ha llevado al desarrollo de aplicaciones que utilizan NFTs para garantizar la propiedad de los contenidos. Este enfoque descentralizado asegura que los usuarios

mantengan el control sobre sus creaciones digitales, mitigando los riesgos de plagio y usos no autorizados del contenido en plataformas tradicionales [4]. Además, el uso de blockchain como una herramienta para mejorar las interacciones en redes sociales, como la integración de NFTs y contratos inteligentes, permite un entorno más transparente y seguro para los usuarios [5].

Blockchain y redes sociales

Blockchain introduce descentralización y mayor control para los usuarios en las redes sociales, eliminando la centralización del control y mejorando la protección de los datos personales. Además, permite la implementación de contratos inteligentes para automatizar procesos como la verificación de contenido y la gestión de datos [6].

SocialFi y descentralización

SocialFi representa una nueva evolución de redes sociales basadas en blockchain, donde los usuarios no solo controlan sus datos, sino que también participan en la gobernanza de la plataforma. Este modelo descentralizado elimina los intermediarios y garantiza que la información sea controlada de manera transparente [7].

Protección de datos personales en blockchain

La descentralización proporcionada por blockchain permite una mayor protección de los datos personales en redes sociales, ya que elimina la necesidad de almacenar la información en servidores centralizados susceptibles a ataques cibernéticos. Al utilizar técnicas como la prueba de trabajo (PoW) y contratos inteligentes, blockchain puede asegurar que únicamente los usuarios autorizados puedan acceder a su propia información, minimizando los riesgos de robo de identidad y fugas de datos. Además, blockchain ofrece trazabilidad y control total sobre los datos, protegiendo la identidad y privacidad de los usuarios [8].

Detección de noticias falsas con blockchain

Al combinar blockchain con técnicas de aprendizaje automático, es posible identificar y eliminar de manera efectiva las fake news. Blockchain, mediante su estructura descentralizada y su inmutabilidad, asegura que los datos no sean manipulados, lo que facilita la detección de noticias falsas y la preservación de la autenticidad de la información [8].

Desinformación digital

La desinformación en redes sociales ha aumentado exponencialmente debido a la facilidad de difusión y la pandemia de COVID-19. Este fenómeno afecta los procesos democráticos y genera desconfianza en los medios tradicionales y plataformas sociales digitales.Blockchain puede ser una solución clave para garantizar la

autenticidad de la información en línea [9].

Beneficios del uso de blockchain en redes sociales

Las plataformas basadas en blockchain presentan numerosos beneficios en la protección de la información sensible, empezando por la descentralización, que elimina el control centralizado y reduce el riesgo de ataques [10]. La integración de blockchain con redes sociales permite mayor seguridad en la gestión de datos sensibles mediante contratos inteligentes y tecnologías como los NFT, protegiendo la propiedad intelectual y ofreciendo una mayor privacidad a los usuarios [11]. Además, blockchain garantiza transparencia y trazabilidad en las transacciones, permitiendo la verificación de la autenticidad del contenido, como se muestra en Steemit [12]. Esta tecnología también facilita la creación de un entorno seguro para la transferencia de valor y datos, minimizando el riesgo de manipulación [13]. En el contexto de la privacidad y seguridad, blockchain asegura acceso controlado a la información, superando las limitaciones de sistemas centralizados tradicionales [14].

Inconvenientes del uso de blockchain en redes sociales

Sin embargo, también existen desafíos importantes. Uno de los principales inconvenientes es la escalabilidad, ya que la velocidad de las transacciones en blockchain suele ser más lenta en comparación con los sistemas tradicionales, lo que puede limitar el rendimiento en redes sociales con grandes volúmenes de usuarios [12]. Además, la implementación de estas tecnologías requiere un alto costo computacional y energético [11]. Los problemas de gobernanza en plataformas descentralizadas también pueden generar dificultades, ya que la administración comunitaria no siempre garantiza la eficiencia o la inclusividad, como se ha observado en DTube [14]. Otro desafío importante es la complejidad técnica, que puede dificultar la adopción masiva y la comprensión por parte de los usuarios [15]. La privacidad también presenta retos, ya que garantizar el anonimato en blockchain es complicado debido a la naturaleza transparente del registro [10].

Materiales y Metodología computacional

Metodología

Se desarrolló un análisis bibliográfico con apoyo de la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Según [16] la metodología PRISMA facilita la replicación y las actualizaciones de revisión, por lo que conduce a una presentación de informes más transparentes, completos y precisos. Además, el autor indica que las revisiones sistemáticas cumplen diversas funciones críticas, que facilitará identificar el estado del conocimiento en el campo escogido. El enfoque de esta metodología permitirá abordar y responder nuestra pregunta planteada a continuación: ¿Cuáles son las principales tecnologías blockchain usadas en plataformas sociales?

Criterios de inclusión, exclusión y calidad

Para el proceso de selección de los estudios, se emplearon criterios de inclusión, exclusión y de calidad con el objetivo de garantizar la veracidad, credibilidad y autenticidad de la información recopilada. Los criterios de inclusión, exclusión y de calidad escogidos se visualizan en la Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3 respectivamente.

Tabla 1. Criterios de Inclusión

Código	Criterios de Inclusión
CI1	- Antigüedad de máximo 5 años
CI2	- Trabajos con relación del tema

Nota. CI = Criterio de Inclusión

Tabla 2. Criterios de Exclusión

Código	Criterios de Exclusión
CE1	- Artículos duplicados
CE2	- Trabajos de revisión sistemática
CE3	- Trabajos sin relación con el tema
CE4	- Trabajos sin acceso gratuito

Nota. CE = Criterio de Exclusión

Tabla 3. Criterios de Calidad

Código	Criterios de Calidad
CC1	- Autoría y credibilidad
CC2	- Diversidad de fuentes

Nota. CC = Criterio de Calidad

Estrategia de búsqueda

Para buscar, encontrar y recolectar la información pertinente sobre el tema, se implementaron estrategias detalladas que se describen a continuación. Se utilizaron términos clave y se investigaron fuentes de información accesibles. Los términos clave "Blockchain", "protection", ïnformation", "security" y "social platforms"fueron empleados en diferentes combinaciones con el fin de recopilar la máxima cantidad de información disponible. Esto permitió analizar e identificar de manera adecuada las tecnologías blockchain usadas para la protección de información sensible en plataformas sociales. La Tabla 4 presenta la información relevante de los artículos recopilados en cada base de datos y motores de búsqueda empleados como fuentes para este estudio. De igual manera, la Figura 1 ilustra el flujo de la metodología PRISMA aplicada en la investigación.

Tabla 4. Artículos seleccionados para el trabajo según criterios

Base de Datos	Artículos encontrados	CE1	CE2	CE3	CE4
Scielo	53	42	20	5	1
Scopus	1003	741	412	39	17
IEEE	42	26	12	3	2
IIETA	22	16	11	2	1
MDPI	36	31	23	5	2
Sage Journal	14	12	6	3	1
IJCSE	120	56	13	9	1
TOTAL	1290	924	497	66	25

Ecuaciones de Búsqueda

Para iniciar el proceso de búsqueda, se utilizaron conectores booleanos vinculados a las variables de estudio, considerando las distintas variables relacionadas con el tema. Con el propósito de aumentar la precisión en la búsqueda de literatura científica, se desarrolló un protocolo que combina los términos predefinidos con los operadores booleanos descritos en la Tabla 5.

Tabla 5. Ecuaciones de búsqueda según la fuente de búsqueda

Repositorio	Secuencia de búsqueda
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY (Social Media AND data AND security AND blockchain)
MDPI	(social media and data security and blockchain)
IEEE Xplore	(."All Metadata": security data) AND (."All Metadata": Social media) AND (."All Metadata": blockchain)
IIETA	(."All Keyboards": security data) AND (."All Keyboards": Social media) AND (."All Keyboards": blockchain)
MDPI	(."All Keyboards": security) AND (."All Keyboards": Social media) AND (."All Keyboards": blockchain)
Sage Journal	(."All Keyboards": security data) AND (."All Keyboards": protection data) AND (."All Keyboards": Social media) AND (."All Keyboards": blockchain)
IJCSE	(."All Keyboards": security data) AND (."All Keyboards": Social media) AND (."All Keyboards": blockchain)

Resultados

Después de aplicar los criterios de inclusión, exclusión y de calidad, se seleccionaron 25 artículos que satisfacían los criterios establecidos. La Tabla 6 ofrece información detallada de estos estudios, facilitando la comprensión de los enfoques de investigación observados, reflejados reflejados en las revistas en las que se publicaron.

Tabla 6. Resultados de los artículos seleccionados

Nº	**Autores**	**Metodología aplicada**	**Resultados**	**Tecnología Blockchain utilizada**
1	I. R. Lima, V. Filipe, C. Marinho	Desarrollo de una DApp descentralizada validada mediante pilotos en periodismo colaborativo	Demostraron la viabilidad de un ecosistema descentralizado para la producción de noticias en tiempo real	Blockchain híbrido
2	S. A. Frimpong et al.	Propuesta de un sistema de preservación de privacidad en redes sociales basado en blockchain	El modelo RecGuard mostró eficacia en la protección de datos y detección de nodos maliciosos usando GCN	Contratos inteligentes
3	H. R. Hasan et al.	Sistema basado en blockchain y NFTs para combatir deepfakes	Probaron la autenticidad de contenido digital y su almacenamiento seguro con sistema de reputación descentralizado	Blockchain público
4	A. Leonardi y A. Wicaksana	Solución de protección de propiedad intelectual mediante NFTs	Protección con tiempos y costos de transacción aceptables	Blockchain público
5	S. Jadon et al.	Marco integral para redes sociales con NFTs y puntuación de reputación	Mejora de la integridad de datos y experiencia del usuario	Blockchain público

Nº	Autores	Metodología aplicada	Resultados	Tecnología Blockchain utilizada
6	E. A. Calderón y I. P. Raúdez	Análisis documental y evaluación técnica	Necesidad de abordar desafíos éticos y regulatorios para implementar Lex Criptográfica	Contratos inteligentes
7	M. A. Hisseine et al.	Revisión sistemática	Visión general sobre utilidad y desafíos de blockchain en redes sociales	Blockchain híbrido
8	Y. Zhan et al.	Modelo conceptual para redes sociales con blockchain	Identificaron cuatro pilares de innovación incluyendo gobernanza e incentivos	Encriptación de datos
9	A. D. Waghmare y G. K. Patnaik	Detección de noticias falsas con ML y blockchain	Reducción en el tiempo de verificación y plan de implementación en tiempo real	Encriptación de datos
10	Y. Subbarayudu y A. Sureshbabu	Foro médico descentralizado con modelado de temas	Mejora en gestión de datos médicos con retos en privacidad	Contratos inteligentes
11	A. Nagappa	Análisis biográfico de la gobernanza en DTube	Blockchain influye en gobernanza, pero usuarios moldean funcionalidad	Encriptación de datos
12	Ö. Aslan et al.	Revisión sobre ciberseguridad en la era digital	Blockchain mejora la protección de la información aunque enfrenta escalabilidad	Encriptación de datos

Nº	Autores	Metodología aplicada	Resultados	Tecnología Blockchain utilizada
13	B. Guidi	Modelo de red social blockchain centrada en el usuario	Problemas de privacidad y visibilidad, proponen solución descentralizada	Blockchain híbrido
14	B. Guidi et al.	Sistema de recompensas en red social descentralizada	Mejoras posibles con contratos inteligentes en redes sociales	Blockchain público
15	C. Li et al.	Extracción de datos en Steemit	Creación de SteemOps, dataset con 900M de operaciones sociales	Blockchain público
16	J. Z. Llamas Covarrubias	Análisis legal y tecnológico	Blockchain viable para proteger datos, pero con amenazas latentes	Blockchain público
17	Waghe P. U. et al.	Enfoque cualitativo/cuantitativo	Mejora en protección frente a ciberamenazas en la nube	Contratos inteligentes
18	Shakor M. Y. et al.	Integración de blockchain para confidencialidad	Reducción de riesgo cibernético y aumento de confianza del usuario	Blockchain público
19	C. Awasthi	Análisis y escenarios prácticos	Mejor control del acceso y reducción de violaciones de seguridad	Blockchain público
20	Qu Y.	Metodología cualicuantitativa	Mejora en seguridad de información sensible	Blockchain público
21	Alsuqaih H. N. et al.	Simulaciones y análisis comparativo	Disminución del riesgo de compromisos de datos	Contratos inteligentes

Nº	Autores	Metodología aplicada	Resultados	Tecnología Blockchain utilizada
22	Alanazi A. A. et al.	Estudios de caso	Soluciones blockchain efectivas para proteger datos y mejorar confianza	Contratos inteligentes
23	Li Y. et al.	Análisis comparativo de implementaciones blockchain	Mejora en integridad de datos y confianza del usuario	Encriptación de datos
24	Mohammed S. et al.	Casos de uso y entrevistas con expertos	Protección de datos mejorada	Blockchain público
25	Zhu R. et al.	Experimental y cuantitativo	Reducción en tiempo de respuesta ante incidentes y mayor transparencia	Blockchain público

Tabla 7. Distribución de las tecnologías Blockchain más usadas

Nº	Blockchain público	Blockchain híbrido	Encriptación de datos	Contratos inteligentes
1		1		
2				1
3	1			
4	1			
5	1			
6				1
7		1		
8			1	
9			1	
10				1
11			1	

Continúa en la siguiente página

Nº	Blockchain público	Blockchain híbrido	Encriptación de datos	Contratos inteligentes
12			1	
13		1		
14	1			
15	1			
16	1			
17				1
18	1			
19	1			
20	**1**			
21				**1**
22				**1**
23			**1**	
24	**1**			
25	**1**			
TOTAL	**11**	**3**	**5**	**6**

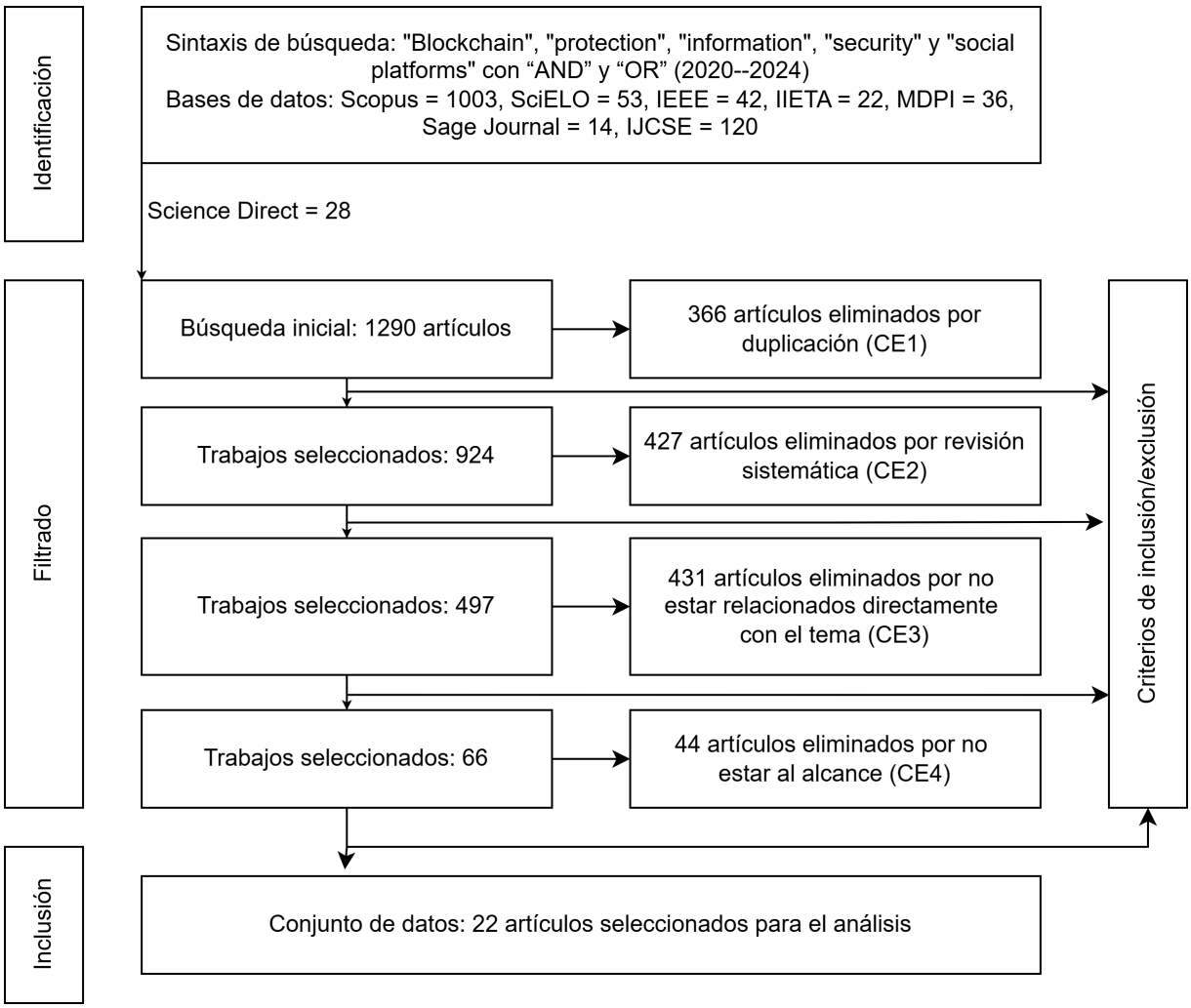

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA aplicado en el trabajo

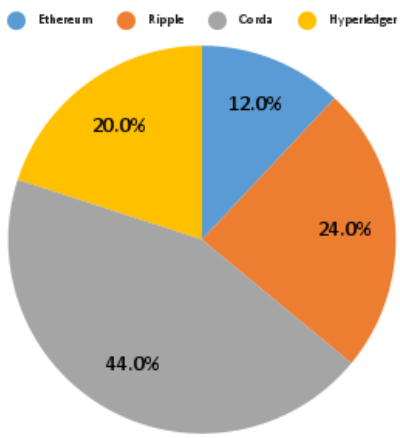

Figura 2. Distribución de las tecnologías Blockchain en las plataformas digitales

Discusión

Tras el análisis de los 25 artículos seleccionados, se observó que varios autores. en sus respectivos trabajos evidenciaron una variedad de tecnologías basadas en blockchain. Las tecnologías que fueron encontradas y seleccionadas fueron: Blockchain híbrido, Contratos inteligentes, Blockchain público y la encriptación de datos. Con el objetivo de abordar la problemática de nuestra investigación, se realizó una síntesis y se llevó a cabo la clasificación de estas tecnologías, cuyos resultados se exponen de manera detallada en la Tabla 7, junto con la Figuras 2.

Los hallazgos de este estudio corroboran que la implementación de tecnologías blockchain ha tenido un impacto positivo en la protección y confidencialidad de la información sensible en las redes sociales. Se encontró que el 96 % de las implementaciones fueron exitosas, destacando la efectividad de blockchain para abordar problemas de seguridad en plataformas digitales (ver Figura 3). Uno de los hallazgos más importantes fue la prevalencia de los contratos inteligentes, que fueron utilizados en el 47 % de los casos (ver Figura 2). Estas soluciones han demostrado ser eficaces en el resguardo de la privacidad y prevención de la manipulación de datos personales, lo cual está alineado con los resultados de Frimpong et al. [2], quienes destacaron la capacidad de los contratos inteligentes para gestionar y auditar de manera segura los datos de los usuarios. Además, el uso de blockchain pública en plataformas de contenido colaborativo, como MOGPlay, ha sido clave para fortalecer la autenticidad y la confianza en la producción de noticias colaborativas. Lima et al. [1] indicaron que blockchain permitió la creación de un ecosistema de confianza en el que los participantes son recompensados de manera justa por su contribución a la plataforma, fomentando la producción de contenido auténtico y confiable. Por otro lado, la

integración de blockchain con NFTs ha sido particularmente valiosa en la lucha contra la desinformación y el contenido falso. Hasan et al. [3] mencionan que el uso de NFTs y la capacidad de blockchain para proporcionar registros inmutables ha permitido a los usuarios verificar la autenticidad de los contenidos, reduciendo significativamente la propagación de desinformación en plataformas digitales y dentro del metaverso. Esto refuerza los beneficios de blockchain en el control y protección de contenido en entornos sociales digitales. No obstante, a pesar de los beneficios observados, se identificaron ciertos desafíos que aún requieren atención. El 4 % de las implementaciones no tuvieron éxito debido a problemas de escalabilidad y a los elevados costos computacionales asociados con la tecnología blockchain, como señalan Jadon et al. [5]. Estos problemas afectan principalmente a plataformas de gran escala que requieren realizar múltiples transacciones en tiempo real. Las limitaciones de rendimiento de blockchain y la complejidad en la implementación de soluciones escalables fueron mencionadas también por Aslan et al. [15], quienes indicaron que a medida que las plataformas crecen en tamaño, es necesario optimizar los mecanismos de blockchain para garantizar una operación eficiente y a bajo costo.

Conclusiones

Este trabajo de revisión sistemática muestra un impacto visible en la protección de información de carácter sensible de parte de las tecnologías basadas en Blockchain. La investigación ha brindado una visión detallada de las tecnologías más usadas dentro del contexto de lo que hoy conocemos por plataformas sociales. Específicamente el Blockchain híbrido, Contratos inteligentes, Blockchain público y la encriptación de datos se posicionan como tecnologías blockchain crecientes y prometedoras teniendo un impacto positivo dentro de las aplicaciones tecnológicas en temas relacionados con plataformas digitales de cualquier índole. En vista de que si cumplen con proteger la información que es tratada en cada uno de los casos observados de cada trabajo seleccionado. Este trabajo no solo se limita a generar conocimiento sobre identificar las tecnologías blockchain en términos de una sola área de investigación, sino que también permite identificar áreas de oportunidad para que se den nuevas investigaciones que nos permitan complementar el conocimiento adquirido hasta ahora. Evidenciando esto, una de los temas que más nos llamó la atención es que pese a ser una tecnología relativamente efectiva a la hora de aplicarla, aun no se desarrolla un marco legal consensuado que involucre de manera formal las implicaciones legales del uso de esta herramienta, para generar responsabilidad social alrededor de su uso indiscriminado en un futuro cercano. Con relación a la contribución al campo de investigación, este trabajo de revisión sistemática proporciona un análisis de la información abordada de carácter cordial e ilustrativo que permite a los interesados en el tema poder digerir la información, y a partir de ella tomar decisiones que desencadene más conocimiento al respecto. Para futuras investigaciones se recomienda un mayor enfoque en la implementación de estas tecnologías en casos de estudios específicos que permitan comprender en la práctica.

Contribución de Autoría

José María Huamán Obregón: Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original. **Guido Haro Marco Lucas:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis Formal, Visualización, Supervisión, Escritura, revisión y edición, **Alberto Mendoza de Los Santos:** Visualización, Redacción - borrador original, Curación de datos.

Referencias

[1] I. R. Lima, V. Filipe, and C. Marinho, "Articonf decentralized social media platform for democratic crowd journalism," *Social Network Analysis and Mining*, vol. 13, no. 116, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/s13278-023-01110-y

[2] S. A. Frimpong, M. Han, E. K. Boahen, R. N. A. Sosu, I. Hanson, O. Larbi-Siaw, and I. B. Senkyire, "Recguard: An efficient privacy preservation blockchain-based system for online social network users," *Blockchain: Research and Applications*, vol. 4, no. 1, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.bcra.2022.100111

[3] H. R. Hasan, K. Salah, R. Jayaraman, I. Yaqoob, and M. Omar, "Nfts for combating deepfakes and fake metaverse digital contents," *Internet of Things*, vol. 25, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101133

[4] A. Leonardi and A. Wicaksana, "Protecting intellectual property with non-fungible token in decentralized social media," *ICIC Express Letters*, vol. 17, no. 6, pp. 625–630, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.24507/icicel.17.06.625

[5] S. Jadon, K. Bhat, K. R. Jenni, K. Vedantha, L. R. R., and P. B. Honnavalli, "Non-fungible token enhanced blockchain-based online social network," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 92 368–92 385, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3422530

[6] M. A. Hisseine, D. Chen, and X. Yang, "The application of blockchain in social media: A systematic literature review," *Applied Sciences*, vol. 12, no. 13, 2022. [Online]. Available: https://doi.org/10.3390/app12136567

[7] Y. Zhan, Y. Xiong, and X. Xing, "A conceptual model and case study of blockchain-enabled social media platform," *Technovation*, vol. 119, p. 102610, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102610

[8] A. D. Waghmare and G. K. Patnaik, "Fake news detection of social media news in blockchain framework," *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*, vol. 12, no. 4, pp. 972–980, 2021. [Online]. Available: http://www.ijcse.com/abstract.html?file=21-12-04-151

[9] E. A. Calderón Marenco and I. P. Raúdez Hernández, "Desinformación digital y democracia en iberoamérica: Retos y oportunidades de la lex criptográfica," *Derecho Global. Estudios sobre Derecho y Justicia*, vol. 9, no. 26, pp. 377–401, 2024. [Online]. Available: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-51362024000100015&lang=es

[10] B. Guidi, "When blockchain meets online social networks," *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 62, p. 101131, 2020.

[11] B. Guidi, V. Clemente, T. García, and L. Ricci, "A rewarding model for the next generation social media," in *Proceedings of the 6th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good (GoodTechs '20)*, Antwerp, Belgium, 2020, pp. 169–174.

[12] C. Li, B. Palanisamy, R. Xu, J. Xu, and J. Wang, "Steemops: Extracting and analyzing key operations in steemit blockchain-based social media platform," in *Proceedings of the Eleventh ACM Conference on Data and Application Security and Privacy (CODASPY '21)*, Virtual Event, USA, 2021, pp. 113–118.

[13] Y. Subbarayudu and A. Sureshbabu, "Cluster visualized topic modeling paradigms for recognition of health-related topics through a machine learning," *Ingénierie des Systèmes dÍnformation*, vol. 29, no. 3, pp. 1015–1030, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.18280/isi.290320

[14] A. Nagappa, "Narratives of change to platform governance on dtube, an emerging blockchain-based video-sharing platform," *Social Media + Society*, vol. 9, no. 3, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1177/20563051231196881

[15] Aslan, S. S. Aktuğ, M. Ozkan-Okay, A. A. Yilmaz, and E. Akin, "A comprehensive review of cyber security vulnerabilities, threats, attacks, and solutions," *Electronics*, vol. 12, no. 6, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.3390/electronics12061333

[16] M. J. Page, J. E. McKenzie, P. M. Bossuyt, I. Boutron, T. C. Hoffmann, C. D. Mulrow, L. Shamseer, J. M. Tetzlaff, E. A. Akl, S. E. Brennan, R. Chou, J. Glanville, J. M. Grimshaw, A. Hróbjartsson, M. M. Lalu, T. Li, E. W. Loder, E. Mayo-Wilson, S. McDonald, and D. Moher, "The prisma 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," *Journal of Clinical Epidemiology*, vol. 134, pp. 178–189, 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.03.001

[17] J. Z. Llamas Covarrubias, "Transparencia y protección de datos personales en la cadena de bloques (blockchain)," *Estudios En Derecho a La Información*, vol. 1, no. 11, pp. 27–63, 2020. [Online]. Available: https://doi.org/10.22201/iij.25940082e.2021.11.15299

[18] P. U. Waghe, A. S. Kumar, A. B. Prasad, V. S. Rao, E. Thenmozhi, S. R. Godla, and Y. A. B. El-Ebiary, "Blockchain-enabled cybersecurity framework for safeguarding patient data in medical informatics," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, vol. 15, no. 3, 2024. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150381

[19] M. Y. Shakor, M. I. Khaleel, M. Safran, S. Alfarhood, and M. Zhu, "Dynamic aes encryption and blockchain key management: A novel solution for cloud data security," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 26 334–26 343, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3351119

[20] C. Awasthi, "Preservation of sensitive data using multi-level blockchain-based secured framework for edge network devices," *Journal of Grid Computing*, vol. 21, no. 4, p. 69, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/s10723-023-09699-2

[21] Y. Qu, "Towards privacy-aware and trustworthy data sharing using blockchain for edge intelligence," *Big Data Mining and Analytics*, vol. 6, no. 4, pp. 443–464, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.26599/BDMA.2023.9020012

[22] H. N. Alsuqaih, W. Hamdan, H. Elmessiry, and H. Abulkasim, "An efficient privacy-preserving control mechanism based on blockchain for e-health applications," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 73, pp. 159–172, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.04.037

[23] A. A. Alanazi, F. K. Karim, S. A. Ghorashi, G. Amoudi, and S. H. A. Hamza, "Blockchain with optimal deep learning assisted secure data sharing and classification on future healthcare systems," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 99, pp. 168–179, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.05.023

[24] Y. Li, L. Liang, Y. Jia, W. Wen, C. Tang, and Z. Chen, "Blockchain for data sharing at the network edge: Trade-off between capability and security," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 32, no. 3, pp. 2616–2630, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.1109/TNET.2024.3364023

[25] S. Mohammed, N. Al-Aaraji, and A. Al-Saleh, "Comparative analysis of blockchain platforms for security enhancement in online social networks," *Ingénierie des Systèmes dÍnformation*, vol. 29, no. 1, pp. 19–25, 2024. [Online]. Available: https://doi.org/10.18280/isi.290103

[26] R. Zhu, M. Wang, X. Zhang *et al.*, "Investigation of personal data protection mechanism based on blockchain technology," *Scientific Reports*, vol. 13, no. 21918, 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1038/s41598-023-48661-w

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 24-35
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Desarrollo de aplicaciones informáticas
Recibido: 20/12/2024 | Aceptado: 10/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a203
ARK: ark:/42411/s23.a203
PURL: 42411/s23.a203

Control de la Logística de Suplementos en Gimnasios: Un Sistema web para la gestión de inventarios.

Control of Supplement Logistics in Gyms: A web system for inventory management.

Fernando Pantoja Payajo[1], **George Castillo Perez**[2]

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. t1053300121@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. t1053300421@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: t1053300121@unitru.edu.pe

Resumen
Este trabajo de investigación presentó los problemas administrativos que presenta un gimnasio relacionado con la ineficiencia de organizar todos los productos que llegan al almacén y la complejidad del manejo de los stocks sin un sistema para el control de inventarios del gimnasio, asimismo también se presenta un bajo nivel de satisfacción de los clientes del gimnasio con respecto a la forma de gestionar la información de los productos. Este estudio tuvo un enfoque cuasiexperimental para medir la aplicación del sistema, así mismo un rol descriptivo y explicativo. La implementación de un sistema web de gestiona miento administrativo en un gimnasio, busca mejorar y optimizar el registro y stocks de los productos en el sistema para que esta información pueda ser utilizada en el área de ventas de manera eficiente y precisa, mediante la construcción del sistema web usando el framework Laravel 11 para el backend y Vue.js 3.4 para el frontend, asimismo se usó a MySQL 8.1 como gestor de base de datos, utilizando la metodología ágil Scrum y la aplicación de instrumentos de medición cualitativos como la encuesta y cuantitativos como la medición por observación directa. Los resultados de las mediciones fueron procesados mediante el método pretest, postest, usando R .4.4.1 para los cálculos estadísticos respectivos; de los cuales se determinó que los tiempos para gestionar el stock y el tiempo para obtener las entradas y salidas de inventarios, se redujeron, mientras que el de satisfacción de los trabajadores se elevó, con una confianza del 95 %, llegando a la conclusión de que se agilizan correctamente la gestión administrativa de stock.

Palabras claves: Sistema de información, gestión de stock, gestión de almacén.

Abstract
This research work presented the administrative problems that a gym presents related to the inefficiency of organizing all the products that arrive at the warehouse and the complexity of managing stocks without a system to control the gym's inventory, also there is a low level of satisfaction of gym customers with respect to the way product information is managed. This study had a quasi-experimental approach to measure the application of the system, as well as a descriptive and explanatory role. The implementation of a web administrative management system in a gym seeks to improve and optimize the registration and stocks of products in the system so that this information can be used in the sales area efficiently and accurately, through the construction of the system. web using the Laravel 11 framework for the backend and Vue.js 3.4 for the fronted, in addition MySQL 8.1 was

used as a database manager, using the agile Scrum methodology and the application of qualitative measurement instruments such as the survey and quantitative. such as measurement by direct observation. The measurement results were processed using the pretest, posttest method, using R .4.4.1 for the respective statistical calculations; of which it is considered that the times to manage the stock and the time to obtain the inputs and outputs of inventories were reduced, while the worker satisfaction increased, with a confidence of 95 %, reaching the conclusion of that administrative stock management is correctly streamlined.

Keywords: *Information system, stock management, warehouse management.*

Introducción

Un sistema web es muy usado hoy en día por las diversas empresas debido a su sencilla manipulación, acceso y alcance [1]. Según B. Santos, los sistemas web son muy relevantes en la gestión de contenido generado por usuarios [2].

Además, los sistemas web permiten mejorar los diferentes procesos manuales y administrativos en una empresa, operando con versatilidad y manteniendo el diálogo [3]. Asimismo, los frameworks han pasado a ser herramientas que optimizan los procedimientos y reducen tiempos en procesos empresariales. Un ejemplo es el framework Laravel, que es de código abierto y uno de los más utilizados por los programadores; gracias a sus características, facilita la creación de sistemas web [4]. Laravel, un framework de PHP, agiliza la construcción de plataformas web mediante una sintaxis elegante y herramientas integradas para la gestión de bases de datos, migraciones y enrutamiento. Laravel, junto con PHP, Vue.js y MySQL, permite crear aplicaciones web dinámicas y seguras [5].

Además, Laravel 11 hace uso de controladores, rutas y vistas que interactúan con la base de datos. Del mismo modo, Laravel soporta la validación de datos y proporciona un ORM llamado Eloquent, que facilita la interacción con la base de datos [6]. Las características particulares de los frameworks de backend determinan su selección. Por ejemplo, múltiples bibliotecas organizan VueJs en módulos, lo que facilita la incorporación de funcionalidades según las necesidades del usuario. Al incorporar VueJs en Laravel, se pueden crear aplicaciones web más dinámicas y estéticamente atractivas, lo que contribuye a su creciente popularidad [7, 8].

El gimnasio "Gym StartFit", ubicado en el centro de Trujillo, realiza matrículas de alumnos con acceso a diferentes promociones. Además, vende suplementos para complementar el entrenamiento de sus clientes y maximizar su rendimiento [7]. Este gimnasio se caracteriza por su compromiso con el ejercicio y las actividades en grupo, a través de diversas ofertas. "Gym Mega Fit.ºrganiza y gestiona las matrículas, asistencias y membresías [8].

Sin embargo, la empresa enfrenta problemas serios en la gestión del stock de sus productos. La falta de un

sistema automatizado y actualizado para la gestión de datos de los productos provoca que todo se maneje manualmente, limitando la capacidad de ofrecer recomendaciones personalizadas y promociones específicas. Estos problemas afectan la operación diaria y la reputación del gimnasio, disminuyendo su competitividad en el mercado local [9].

Este estudio pretendió clarificar la relación entre el sistema de almacén y control de stock como variable independiente y los procesos de relación con clientes y empleados como variable dependiente. Se desarrollaron productos de software para abordar los problemas del gimnasio, agilizando los procesos de manejo de conexiones con clientes y vendedores (valor práctico). La investigación empleó metodologías formales de desarrollo de software, contribuyendo al conocimiento y estableciendo una base para futuras investigaciones en el área (valor metodológico).

Materiales y Metodología computacional

Metodología RUP

La metodología RUP (Rational Unified Process) se utilizó para crear el sistema de gestión en esta investigación. Esta técnica consta de cuatro pasos: transición, elaboración, construcción e inicio. Las nueve disciplinas que componen la metodología RUP están organizadas en dos grupos. Las disciplinas de proceso se incluyen en el primer grupo: el modelado del negocio, los requisitos, el análisis y el diseño, la implementación, el análisis y el despliegue. El segundo grupo está compuesto por disciplinas de apoyo, como la gestión de cambios y configuraciones, la gestión de proyectos y el manejo del entorno o medio ambiente.

Se adoptó un protocolo cuasiexperimental, dividido en dos fases: pretest y postest. El diseño de la investigación implica medir la variable dependiente antes de utilizar la variable independiente (prueba previa). Midió la variable dependiente (postest) después de aplicar las variables independientes. Este estudio considera la población que depende de esta métrica, por lo que consideramos 32 registros de productos para calcular el tiempo dedicado a buscar información de remanufactura. Para medir el tiempo de generación de mensajes de entrada y salida, se consideraron 35 transacciones utilizando un muestreo probabilístico aleatorio simple. Para medir la satisfacción de los empleados se consideró como población un total de 10 empleados de gimnasios, mismo valor utilizado en la muestra ya que no era un número grande.

Tabla 1. Documento técnico de cuestionario para obtención de datos

Característica	**Descripción**
Nombre del cuestionario:	Evaluación del Sistema de Gestión del Gimnasio Mega Fit.
Autores:	Fernando Olivert Pantoja Payajo; George Anthony Castillo Perez
Variable medida:	Eficiencia del sistema de gestión del gimnasio.
Dimensiones abordadas:	Tiempo de búsqueda de información sobre el inventario de suplementos, generación de reportes de entradas y salidas, y satisfacción del personal.
Dirigido a:	El personal de ventas y administración del gimnasio, y trabajadores del gimnasio.
Cantidad de preguntas:	10.
Tipo de preguntas redactadas:	Cerradas en la escala de Likert, con las siguientes opciones: [1] Totalmente en desacuerdo. [2] En desacuerdo. [3] Neutral. [4] De acuerdo. [5] Totalmente de acuerdo.
Tiempo de aplicación:	15 minutos.

Utilice una variedad de herramientas, como hojas de registro, hojas de recopilación de información, cronómetros y cuestionarios, para recopilar datos mediante revisión de documentos, observación directa y métodos de encuesta. El cuestionario consta de tres dimensiones y 20 preguntas, y su descripción técnica se puede observar en la Tabla 1. El formulario fue verificado por tres especialistas en gestión de centros de formación de la Escuela de Graduados de la Universidad Nacional de Trujillo. Luego se utilizó el coeficiente de acuerdo W de Kendall (5 % de margen de error) para establecer el grado de acuerdo entre los revisores. Los resultados fueron positivos y demostraron que los estándares de los expertos eran consistentes. Los resultados se muestran en la Tabla 2. Por último, se verificó la validez de la encuesta utilizando el coeficiente estadístico alfa de Cronbach, que tiene un margen de error del 5 %. El resultado es de 0.81, lo cual es aceptable porque es superior a 0.80.

Tabla 2. Valores obtenidos de la prueba de compatibilidad de jueces

Variable dependiente	**Ítems**	**W de Kendall**	
		W	$\boldsymbol{\rho}$
Eficiencia del sistema de gestión del gimnasio	1–10 ($n = 10$)	0.528	0.0252

Resultados

Fase de Planificación

Al presentar el esquema de la base de datos del gimnasio utilizando ERwin, es fundamental resaltar la planificación meticulosa que precede al desarrollo del sistema. El objetivo es entender claramente las necesidades y requerimientos del cliente, y convertir esas ideas en un modelo de datos concreto y viable que soporte los distintos módulos del sistema. Este sistema de información está diseñado para cubrir las necesidades específicas del gimnasio, asegurando que se resuelvan los problemas existentes y se ofrezca una experiencia de usuario óptima. El sistema incluye módulos clave como seguridad, gestión de usuarios, inventario, registro de pedidos, reseñas, comunidad y recomendaciones personalizadas. En cuanto a la arquitectura del sistema, para el frontend se empleó Vue.js en combinación con Inertia.js, integrándose con Laravel en el backend para desarrollar funcionalidades críticas como el sistema de gestión de inventarios. Este módulo permite la actualización y visualización en tiempo real de los niveles de stock de suplementos, facilitando la interacción del usuario con la plataforma de forma ágil y eficiente. Finalmente, todos los módulos interactúan con la base de datos a través de controladores específicos que aseguran la correcta gestión de la información. El modelo de datos que se presentará en ERwin refleja esta estructura, mostrando las relaciones entre las diferentes entidades y cómo estas soportan las operaciones del sistema de información del gimnasio.

Se realizó un análisis económico del proyecto, con costos de inversión (S/ 15,000) y una tasa de descuento del 15 %. Los beneficios totales sumaron S/ 70,000, mientras que los costos operativos, incluyendo recursos humanos y otros, fueron de S/ 50,000. El flujo de caja para el primer año fue de S/ 20,000 y para el segundo año de S/ 22,500. El análisis financiero abarcó un flujo de caja a dos años y la evaluación se realizó utilizando indicadores clave, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 3. Datos para la obtención de los indicadores económicos

Indicador	**Valor**	**Condición**
VAN	9545.76 soles	> 0
B/C	1.4	> 1
TIR	15 %	> 10 %

El diagrama de despliegue, el cual observamos la estructura física del sistema, ilustrando cómo los diversos componentes del software, como base de datos y aplicaciones, se distribuyen a través del hardware, incluyendo servidores y estaciones de trabajo. Para llevar a cabo la realización del sistema, es necesario conocer las especificaciones técnicas requeridas, así como la arquitectura y la infraestructura tecnológica que se detallarán en la Figura 2.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 24-35
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

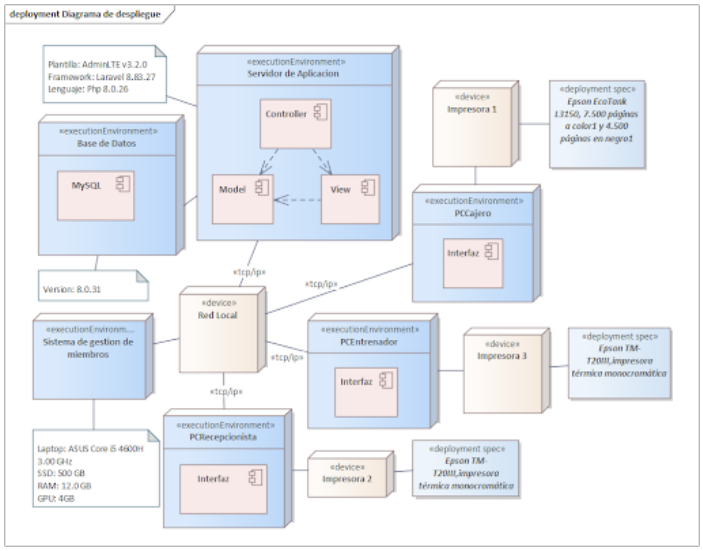

Figura 1. Diagrama de despliegue

El modelo de componentes proporciona una perspectiva detallada de la arquitectura del sistema a nivel de componentes. Este diagrama muestra los distintos módulos y unidades funcionales del software, mostrando cómo se interrelacionan entre sí. Cada componente, cómo servicios, módulos y librerías, está representado de manera que facilite la comprensión de la estructura del sistema, permitiendo una visión clara de cómo se organizan y coordinan los distintos elementos para cumplir con los requisitos del sistema.

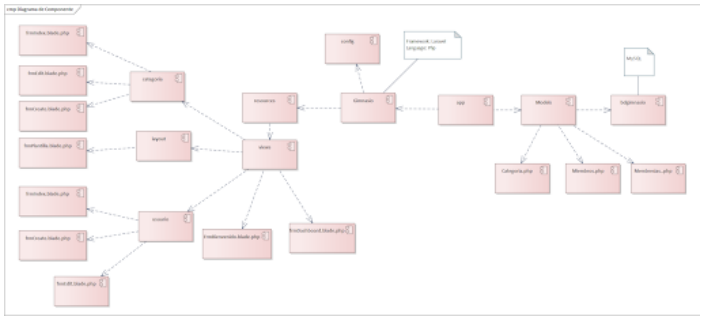

Figura 2. Diagrama de despliegue

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 24-35
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

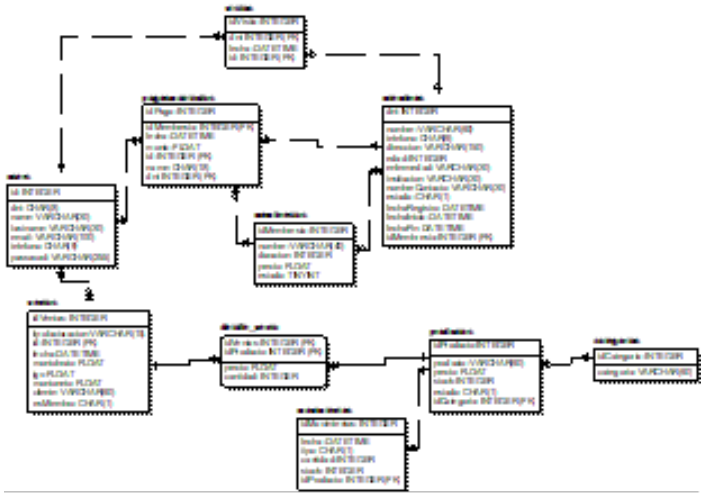

Figura 3. Base de datos física del Sistema

El modelo de base de datos para el módulo de gestión de inventario en el gimnasio está diseñado para manejar de manera eficiente la actualización y el control de stock de los productos. Este sistema permite registrar entradas y salidas de productos, asegurando que el inventario plasme siempre las cantidades disponibles en tiempo real. El backend, desarrollado en Laravel, procesa las solicitudes del CRUD relacionadas con los productos en el almacén. La base de datos relacional almacena información clave como la cantidad de stock, las fechas de reposición y los niveles mínimos de inventario. Al registrar una venta o una nueva entrada de productos, el sistema actualiza automáticamente el stock disponible. Este proceso garantiza que el personal del gimnasio tenga acceso a información precisa sobre el inventario, facilitando la toma de decisiones sobre cuándo realizar nuevas órdenes de compra y evitando rupturas de stock.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 24-35
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Fase de Finalización

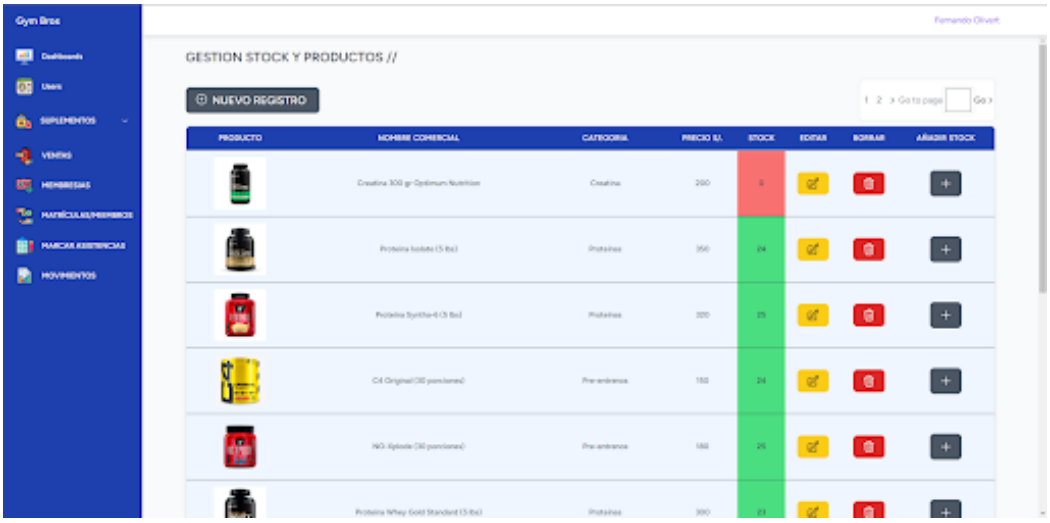

Figura 4. Interfaces del sistema para gestionar el stock.

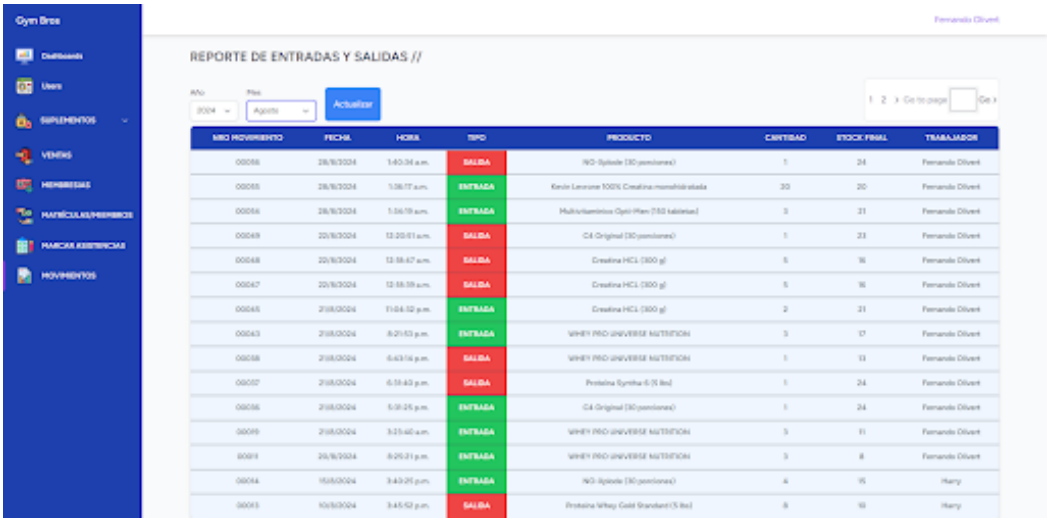

Figura 5. Interfaces del sistema para supervisar las entradas y salidas de inventarios.

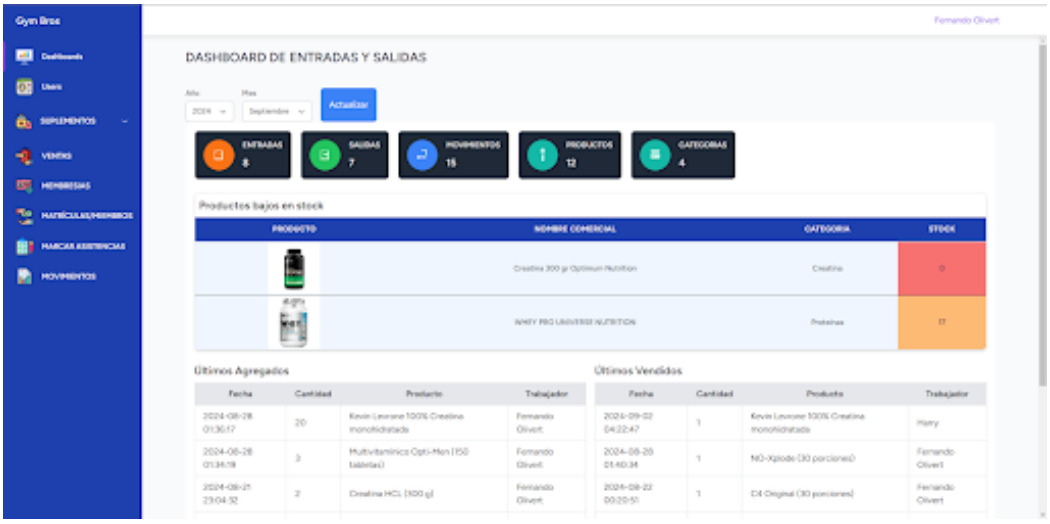

Figura 6. Dashboard para el reporte de salidas y entradas por mes.

Según se muestra en la tabla 4, los primeros 3 indicadores fueron sometidos a la prueba de normalidad. Se determinó que, para los indicadores "Tiempo de búsqueda de información sobre el inventario de suplementosz "Tiempo para generar un reporte de salidas y entradas de inventarios", los datos no siguen una distribución normal en términos estadísticos, ya que, en el pretest, el postest o al menos en una de estas mediciones, el valor de p es menor a 0.05.

Tabla 4. Valores obtenidos de Shapiro-Wilk

PRUEBA DE NORMALIDAD (Shapiro-Wilk)	**p-value**	**Condición**	**Normales**
Indicador 1: Tiempo de búsqueda de información sobre el inventario de suplementos (Pretest)	0.227	0.227 <0.05	No
Postest	0.02507	0.02507 <0.05	
Indicador 2: Tiempo para generar un reporte de salidas y entradas de inventarios (Pretest)	0.04997	0.04997 <0.05	No
Postest	0.0008021	0.0008021 <0.05	

Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk sobre el indicador final, "Nivel de satisfacción de los trabajadores". Según los resultados de la tabla 5, se puede concluir que los datos se ajustan a una distribución normal, con un nivel de significancia del 5

Se utilizaron pruebas t pareadas para probar la hipótesis de que el sistema en cuestión aumenta la satisfacción de los empleados. Los resultados indicaron que únicamente los datos referentes al nivel de satisfacción de los empleados superaron la prueba de normalidad. Esta hipótesis se apoya con un 95 % de confianza. Por otro lado,

en comparación con otras hipótesis, que sugieren que un sistema de información basado en una arquitectura de microservicios reduce el tiempo necesario para seleccionar tiendas seleccionadas, emitir facturas de pedidos, procesar pedidos, verificar solicitudes de cambio o devolución y verificar Estado de la calidad del producto al elegir tiendas mediante la prueba de Man - Whitney. Como estos datos no pasaron la prueba de normalidad, fueron sometidos a la prueba de Mann-Whitney con un margen de error del 5 %. En la tabla 6 se muestran los valores obtenidos al probar la hipótesis.

Tabla 5. Contrastación de hipótesis (margen de error 5 %).

Hipótesis	**Tipo de prueba**	**p-value**	**Decisión**
Un SI reduce el tiempo empleado en la búsqueda de información sobre el inventario de suplementos.	Mann Whitney	6.337e-12 <0.005	Aceptar
Un SI disminuye el tiempo necesario para generar un informe de entradas y salidas de inventarios.	Mann Whitney	5.926e-12 <0.001	Aceptar
La satisfacción de los trabajadores se incrementa con un SI	T para datos pareados	5.388e-09 <0.001	Aceptar

La tabla 7 presenta una síntesis de las diferencias entre los datos recopilados en el pretest y el postest tras la implementación del SI. Los indicadores del 1 al 4 muestran una disminución, mientras que el indicador 5, que evalúa la satisfacción de los empleados, registra un aumento.

Tabla 6. Nivel de impacto

Indicador	**Pretest media**	**Postest media**	**Nivel de impacto**
Tiempo medio de búsqueda de información sobre el inventario de suplementos (segundos)	411,33	13,7	397,63
Tiempo medio para generar un reporte de salidas y entradas de inventarios	417,6	8,5	409,10
Nivel de satisfacción de los colaboradores, medido en una escala de Likert de 1 a 5.	1,99	4,27	2,28

A continuación, se presenta en la figura 7 el nivel de impacto en porcentaje de cada indicador de la presente investigación.

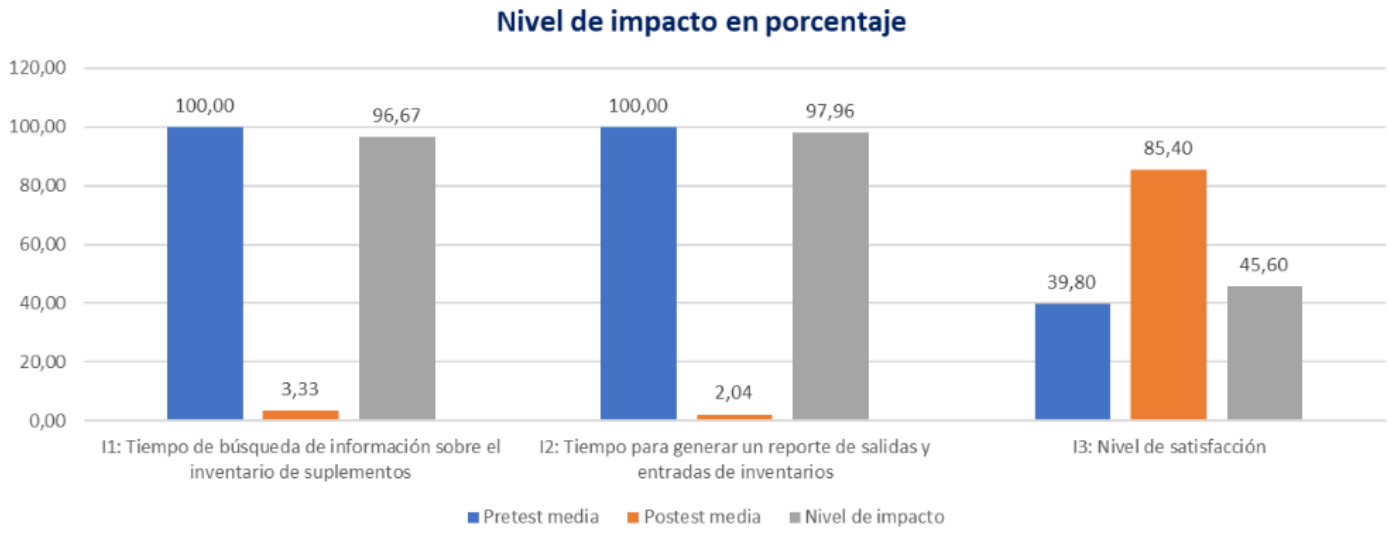

Figura 7. Nivel de impacto en porcentaje

Conclusiones

Se llegaron a las siguientes conclusiones después de implementar el sistema de información basado en Laravel con Vue.js e Inertia.js en Gym StartFit, una empresa peruana con una confiabilidad del 95 %:

El tiempo de búsqueda de información sobre el inventario de suplementos se redujo de 411,33 a 13,7 segundos, lo que representa una disminución del 96.67 % del tiempo utilizado para esta actividad.

El tiempo promedio para crear un informe de entradas y salidas de inventarios se redujo de 417,6 a 8,5 segundos, con una variación en decremento del 97.96

El nivel medio de satisfacción de los colaboradores aumentó un 114.57 %, pasando de 1,99 a 4,27 en una escala de Likert de 1 a 5.

Se ha demostrado que el objetivo general se ha alcanzado, y se ha demostrado que el manejo de los inventarios de suplementos en la empresa Gym StartFit de Perú es más efectivo con un sistema de información basado en Laravel que incorpora Vue.js e Inertia.js.

Contribución de Autoría

Fernando Pantoja Payajo: Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción - borrador original. **George Castillo Perez:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción - borrador original.

Referencias

[1] M. P. B. López, *Aplicaciones web*, 2020.

[2] M. L. B. Santos, "The "so-called" ugc: An updated definition of user-generated content in the age of social media," *Online Information Review*, vol. 46, no. 1, pp. 95–113, 2022.

[3] X. V. Guillén and L. N. Moldes, *Arquitectura de aplicaciones web*, 2019.

[4] M. Stauffer, *Laravel: Up & running: A framework for building modern PHP apps*. O'Reilly Media, 2019.

[5] S. Avilés, D. Avila-Pesantez, and L. Avila, "Desarrollo de sistema web basado en los frameworks de laravel y vuejs, para la gestión por procesos: Un estudio de caso," *Revista Peruana de Computación y Sistemas*, vol. 3, no. 2, pp. 3–10, 2020.

[6] E. L. Barnes. (2021) Step by step guide to building your first laravel application. Laravel News. [Online]. Available: https://laravel-news.com/your-first-laravel-application

[7] J. Martínez, *Gestión integral de gimnasios: Promociones y ventas de suplementos en el centro de Trujillo*. Editorial Deportiva, 2023.

[8] L. Gómez, *Innovación en la gestión de matrículas, asistencias y membresías en gimnasios*. Editorial Fitness, 2023.

[9] A. Pérez, *Desafíos en la gestión del stock y automatización en pequeñas empresas*. Editorial Innovación Empresarial, 2022.

[10] T. Linh, *Building websites with Laravel and VueJS*, 2019.

[11] L. A. Guanolema Choca, "Desarrollo de un sistema web para automatizar el proceso de compra y venta en la microempresa raza utilizando la tecnología laravel y vue.js bajo un enfoque de desarrollo dirigido por pruebas (tdd)," 2019.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 36-43
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 20/12/2024 | Aceptado: 10/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a217
ARK: ark:/42411/s23.a217
PURL: 42411/s23.a217

Reimaginando el Arte: La Influencia de la Inteligencia Artificial en la Creación de Arte Digital

Reimagining Art: The Influence of Artificial Intelligence on Digital Art Creation

Alejandro Quiroz Rodriguez[1], Lenner Zavaleta Carranza[2], Marcelino Torres Villanueva[3][0000-0002-9797-1510]*

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. aquirozr@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. lzavaletacar@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: aquirozr@unitru.edu.pe

Resumen
Este artículo examina cómo la inteligencia artificial (IA) está transformando la creación de imágenes digitales a través de herramientas avanzadas como generadores de transformación de texto y tecnología de transferencia de estilo. Estas herramientas abren la puerta a la creatividad artística y permiten a personas sin conocimientos técnicos crear obras visualmente atractivas utilizando descripciones simples. La investigación aborda temas clave como la autoría, la creatividad y las cuestiones éticas, y muestra cómo la inteligencia artificial puede aumentar la creatividad humana actuando como colaborador en lugar de sustituto. Los resultados muestran que las herramientas de IA comercializadas y fáciles de usar reducen significativamente las barreras de entrada, a pesar de las preocupaciones sobre la homogeneidad de estilo y la dependencia de la tecnología. La conclusión es que la IA tiene un papel transformador en el arte digital, pero también plantea desafíos éticos y estéticos que deben abordarse para garantizar la diversidad y originalidad de la expresión artística.

Palabras claves: Creatividad, Generación de Imágenes, Inteligencia Artificial.

Abstract
This article examines how artificial intelligence (AI) is transforming digital image creation through advanced tools such as text transformation generators and style transfer technology. These tools open the door to artistic creativity and allow non-technical people to create visually appealing works using simple descriptions. The research addresses key topics such as authorship, creativity and ethical issues, and shows how artificial intelligence can augment human creativity by acting as a collaborator rather than a substitute. The results show that commercialized, easy-to-use AI tools significantly reduce barriers to entry, despite concerns about style homogeneity and technology dependence. The bottom line is that AI has a transformative role in digital art, but it also poses ethical and aesthetic challenges that must be addressed to ensure the diversity and originality of artistic expression.

Keywords: *Creativity, Image Generation, Artificial Intelligence.*

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha surgido como una de las tecnologías más innovadoras del siglo XXI, transformando no solo sectores industriales, sino también áreas creativas como el arte digital. A través de herramientas avanzadas como las redes neuronales generativas antagónicas (GANs) y los modelos de aprendizaje profundo, la IA está ampliando los límites de lo que entendemos como arte visual. Estos algoritmos tienen la capacidad de generar imágenes a partir de datos preexistentes o descripciones textuales simples, abriendo nuevas posibilidades para la colaboración entre humanos y máquinas. En este contexto, la máquina no solo actúa como una herramienta, sino como un colaborador activo en el proceso creativo [1].

El arte generado por IA plantea interrogantes fundamentales sobre la creatividad, la autoría y el significado de las obras visuales. ¿Es posible que una máquina sea considerada un .ªrtista¿ Según [1], la capacidad de las máquinas para producir imágenes desafía las nociones tradicionales de la creatividad humana, ya que los algoritmos pueden aprender y aplicar estilos y técnicas sin la intervención emocional o consciente de un creador humano. Sin embargo, algunos investigadores argumentan que la IA, al operar dentro de un marco predefinido de reglas y patrones, podría limitarse a replicar lo que ya ha sido creado, sin ofrecer verdadera innovación o exploración creativa. Este dilema sobre la creatividad de la IA es uno de los debates centrales en el campo del arte digital y la ética de las tecnologías emergentes.

Además, la introducción de la inteligencia artificial en el arte plantea preocupaciones éticas y sociales. Las imágenes generadas algorítmicamente plantean dudas sobre la autenticidad de la obra, el valor cultural y los derechos de propiedad intelectual de los resultados generados. Como se señala en el informe de la UNESCO sobre la ética de la inteligencia artificial[2], la capacidad de los algoritmos para aprender de grandes conjuntos de datos significa que pueden repetir sesgos o reforzar los estereotipos existentes, lo que puede afectar la diversidad cultural y la representación de grupos históricamente marginados. . consecuencias negativas.

Por otro lado, la colaboración entre humanos y la inteligencia artificial también ha llevado a la creación de proyectos artísticos revolucionarios que desafían los límites del arte visual tradicional. Un ejemplo sorprendente es la colaboración del colectivo Obvious con la inteligencia artificial para crear retratos generados por computadora que son subastados por importantes instituciones de arte como Christie's, lo que refleja el creciente interés del mercado por el arte digital y la inteligencia artificial [2].

Este artículo tiene como objetivo explorar el impacto de la inteligencia artificial en la creación de imágenes digitales, profundizando en sus implicaciones para la práctica artística, los desafíos éticos que plantea y las nuevas oportunidades que brinda para redefinir los límites de la creatividad humana. A través de un análisis crítico, se examinarán las diversas perspectivas sobre el papel de la IA en la cultura contemporánea, así como sus implicaciones para el futuro del arte visual.

Materiales y Metodología computacional

Esta investigación se basa en el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) comerciales y de código abierto establecidas que permiten la generación de contenido visual sin la necesidad de conocimientos avanzados de programación o el desarrollo de algoritmos personalizados. Se trata de herramientas de selección y funcionalidad de accesibilidad, popularidad y versatilidad con el objetivo de abarcar diferentes tipos de apariencias visuales.

Selección de herramientas IA comercialmente disponibles

- Generación de imágenes a partir de texto (text-to-image): Se utilizaron plataformas online como Midjourney, DALL·E y Stable Diffusion (en su versión para usuarios finales vía interfaces gráficas). Estas herramientas permiten al usuario ingresar descripciones de texto y obtener composiciones visuales únicas.
- Herramientas de Transferencia de Estilo y Efectos Artísticos: Para la transformación estilística de imágenes existentes se usó la aplicación Artbreeder. Esta aplicació permite aplicar estilos pictóricos, efectos y paletas de color inspiradas en corrientes artísticas establecidas sin requerir entrenamiento personalizado.

Metodología de evaluación

La valoración de las imágenes generadas se centró en dos criterios principales:

- **Calidad estética y coherencia conceptual:** Analizar la relación entre la descripción textual inicial (prompt) y la imagen resultante, considerando el nivel de detalle, la armonía visual, la fidelidad temática y la originalidad. Evaluar la coherencia interna de la composición, verificando si los elementos del resultado corresponden a la descripción indicada.
- **Facilidad de uso y accesibilidad:** Evaluar la experiencia al interactuar con las herramientas de generación de imágenes respecto a la comprensión de la interfaz, la simplicidad del proceso y la rapidez con la que se obtuvieron resultados. Esto permitió medir hasta qué punto estas plataformas facilitan a creadores nuevos integrar la generación de imágenes asistida por IA en su práctica artística.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 36-43
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Resultados y discusion

Presentamos las imágenes generadas por los diferentes modelos de inteligencia artificial.

- **Generación de imágenes a partir de texto:** Promt: Üna pintura al óleo moderna y minimalista inspirada en el pintor estadounidense Jackson Pollack, que representa coloridas bolas de pintura explotando con capas exageradas de pinceladas."
  - DALL-E

Figura 1. Imagen generada por DALL-E

  - MIDJOURNEY

Figura 2. Imagen generada por MIDJOURNEY

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 36-43
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

- STABLE

Figura 3. Imagen generada por STABLE

Herramientas de Transferencia de Estilo y Efectos Artísticos

Utilizamos la herramienta ARTBREEDER, la cual mezcla distintas imágenes y características y las agrupa en una sola, como podemos apreciar en la imágen 4, donde ingresamos las características deseadas en la imágen como la pose, y en el apartado de Faces la cara y estilo que queremos como resultado.

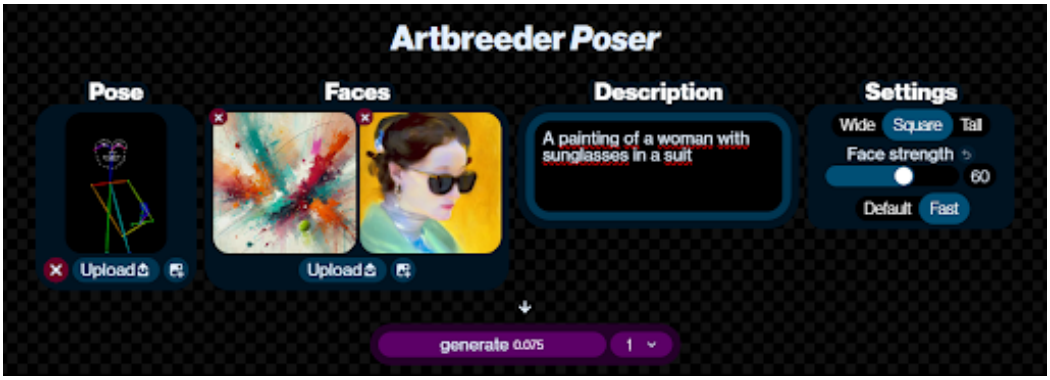

Figura 4. Inputs

Figura 5. Imagen generada por ARTBREEDER

Calidad de las creaciones visuales

Utilizando herramientas de inteligencia artificial probadas y fácilmente disponibles, creamos obras visuales de una calidad excepcional. La plataforma de conversión de texto crea piezas cohesivas y versátiles al introducir descripciones simples que se adaptan a una variedad de estilos, desde realistas hasta abstractos. Estas soluciones mejoran continuamente la precisión de los resultados y producen imágenes con un mayor nivel de detalle y una belleza exquisita mediante la actualización periódica de las herramientas.

Repensando la autoría y la curaduría

El uso de herramientas plug-and-play no elimina las discusiones sobre autoría, pero las pone en perspectiva. Los creadores humanos siguen desempeñando un papel fundamental en la selección de herramientas, la definición de la intención creativa y el perfeccionamiento de la información o la descripción. Aunque la generación de contenidos está encomendada a la inteligencia artificial, la principal prioridad del artista sigue siendo curar la composición final y la coherencia narrativa de los elementos visuales.

Accesibilidad y democratización de la creación artística

Los resultados muestran que las barreras de acceso a la creatividad artística apoyada en inteligencia artificial se han reducido significativamente. Los creadores que antes requerían conocimientos de programación, aprendizaje automático y ajuste de parámetros complejos, ahora pueden crear creaciones coherentes y visualmente atractivas utilizando descripciones verbales simples.

Esta democratización abre nuevas posibilidades creativas a un público más amplio, permitiendo a estudiantes, diseñadores independientes y personas creativas sin formación técnica crear proyectos de alta complejidad visual.

Sin embargo, la facilidad de uso también plantea dudas sobre la uniformidad de los resultados y la dependencia de un conjunto limitado de herramientas, lo que puede conducir a una estética demasiado estandarizada si no se fomenta el compromiso crítico con los parámetros y capacidades que ofrece cada plataforma.

Conclusiones

El uso de herramientas de IA establecidas y accesibles ha demostrado que la producción de arte digital es posible no solo en términos de eficiencia y accesibilidad, sino también en términos de diversificación de las expresiones creativas. Los resultados confirmaron que tanto artistas como creadores estaban experimentando combinando técnicas técnicas avanzadas con imágenes de alta calidad, lo que representa un avance significativo para una época que requiere mucha profundidad en programación y modelos de entrenamiento.

Sin embargo, la investigación también tiene referencias a otras etnias, estéticas y regularidades y promueve la reflexión sobre la autoría, la originalidad y la preservación del patrimonio cultural en el contexto de la IA. Este trabajo contribuye a la comprensión del papel de la IA en la expansión del campo del arte digital y sienta las bases para futuros estudios destinados a evaluar críticamente la calidad y diversidad creativa, desarrollar marcos regulatorios apropiados y una integración más estrecha entre artistas, audiencias y herramientas digitales.

Contribución de Autoría

Alejandro Benjamín Quiroz Rodriguez: Conceptualización, Investigación, Metodología, Software, Validación, Redacción - borrador original. **Lenner Andres Zavaleta Carranza:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Recursos, Visualización, Supervisión, Administración de proyectos, Adquisición de fondos, Curación de datos, Escritura, revisión y edición. **Marcelino Torres Villanueva**

Referencias

[1] A. Elgammal, B. Liu, M. Elhoseiny, and M. Mazzone, "Can: Creative adversarial networks, generating árt'by learning about styles and deviating from style norms," *arXiv preprint arXiv:1706.07068*, 2017. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/1706.07068

[2] Obvious. (2018, Dec.) Obvious and the interface between art and artificial intelligence. [Online]. Available: https://www.christies.com/features/A-collaboration-between-twoartists-one-human-one-a-machine-9332-1.aspx

[3] UNIR. La ética en la inteligencia artificial. [Online]. Available: https://www.unir.net/ingenieria/revista/

ÃÍtica-inteligencia-artificial/

[4] UNESCO. Ética de la inteligencia artificial. [Online]. Available: https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics?hub=99488

[5] J. McCormack, P. Hutchings, and P. Hutchings, "Autonomy, authenticity, authorship, and intention in computer generated art," in *Proceedings of the International Conference on Computational Creativity (ICCC)*, 2019, pp. 349–356. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/1903.02166

[6] G. Vallenas Rojas. La inteligencia artificial en el arte digital. [Online]. Available: https://ensayo-general.com/la-inteligencia-artificial-en-el-arte-digital/

[7] OpenAI. Chatgpt. [Online]. Available: https://chatgpt.com/

[8] MidJourney. Imagine tool. [Online]. Available: https://www.midjourney.com/imagine

[9] S. AI. Text-to-image creation. [Online]. Available: https://stableai.art/create?tab=text-to-image

[10] Artbreeder. Create poser. [Online]. Available: https://www.artbreeder.com/create/poser

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 44-54
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Redes y seguridad informática
Recibido: 20/12/2024 | Aceptado: 17/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a206
ARK: ark:/42411/s23.a206
PURL: 42411/s23.a206

Análisis de la situación actual de la transición al protocolo IPv6 en las entidades Pública en el Perú

Analysis of the Current Situation of the Transition to the IPv6 Protocol in Public Entities in Peru

Giovani Ruben Cala Caso[1][0009-0003-7227-0085]*

[1]Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 21001. giovani.r.cala@gmail.com

*Autor para correspondencia: giovani.r.cala@gmail.com

Resumen
Actualmente los dispositivos electrónicos (Computadoras, dispositivos móviles, Routers, Servidores, dispositivos IoT, etc.) se han vinculado con el internet. Estos dispositivos se identifican mediante la dirección IP asociado a cada uno de ellos. Mediante este IP estos dispositivos tienen la posibilidad de tener conexión entre diferentes redes. Pero en la gran mayoría se suele utilizar IPv4 por la estandarización de este protocolo desde sus inicios en internet, esto conllevo a que tengamos un agotamiento en el espacio de direcciones de IPv4 dado que se tiene un número limitado de 4.3 mil millones de direcciones aproximadamente, por lo cual la migración de IPv4 a IPv6 es casi obligatoria. Sin embargo, la implementación de IPv6 en el Perú se encuentra lejos de lograrse a corto plazo. En esta investigación se hará un análisis de la situación en la que se encuentra la transición al protocolo IPv6 en las entidades publicas en el Perú, respecto al Decreto Supremo Nº 081-2017-PCM publicado el 9 de agosto del 2017.

Palabras claves: IPv4, IPv6, Perú, Transición de IPv6

Abstract
Currently, electronic devices (Computers, mobile devices, Routers, Servers, IoT devices, etc.) have been linked to the internet. These devices are identified by the IP address associated with each of them. Through this IP these devices have the possibility of having a connection between different networks. But in the vast majority IPv4 is usually used due to the standardization of this protocol since its beginnings on the Internet, this led to us having an exhaustion in the IPv4 address space given that there is a limited number of approximately 4.3 billion addresses, Therefore, migration from IPv4 to IPv6 is almost mandatory. However, the implementation of IPv6 in Peru is far from being achieved in the short term. In this research, an analysis will be made of the situation in which the transition to the IPv6 protocol is found in public entities in Peru, with respect to Supreme Decree Nº 081-2017-PCM published on August 9, 2017.

Keywords: *IPv4, IPv6, Perú, IPv6 transition.*

Introducción

A nivel global, la mayoría de países han tenido la iniciativa de empezar la transición al protocolo IPv6, todo por motivos de agotamiento de IPv4, que ha informado la Regional Internet Registry (RIR).

A medida que aumenta el numero de equipos en la red a nivel mundial habrá mas la necesidad de nuevas direcciones IP. La cantidad de direcciones IPv4 tiene un numero finito de 4.3 mil millones de dispositivos basados en IP en internet [1]. Para resolver el problema y dar una solución al agotamiento de IPv4 Engineering Task Force (IETF) en diciembre del 1995 propuso la siguiente generación de IP denominado IPng (Next generation) o mas conocido en la actualidad como IPv6 [2].

La migración a IPv6 es mas que factible, ya que la gran mayoría de software y hardware existente en la actualidad es compatible con esta version, en base a documentos técnicos que administra la Internet Engineering Task Force (IETF) y otras organizaciones que gobiernan el internet. La principal ventaja de IPv6 es su formato de 128 bits a diferencia de su antigua versión IPv4 que era de solamente 32 bits, tomando esto en cuenta, IPv6 puede generar 340 billones de billones de direcciones [3]. Lo que muestra que IPv4 es insignificante respeto a su versión más actual.

A nivel mundial varias instituciones públicas de diferentes países latinoamericanos como Argentina, Chile, Colombia, Brasil, Ecuador y México ya hicieron su transición a IPv6 [4]. Según los datos proporcionados por la RIR en la adopción de direcciones IPv4 y IPv6 en los continentes son los siguientes: América del Norte (ARIN), América Latina y el Caribe (LACNIC), Europa, Oriente Medio y parte de Asia Central (RIPE NCC) y finalmente África (AFRINIC) Figura 1 [5]. En estos continentes se pueden ver los porcentajes de adopción de los protocolos Tabla 1.

Tabla 1. Adopción de IPv4 y IPv6 en cada región RIR.

Fecha	RIR	adopción IPv4	adopción IPv6
20240515	ARIN	0.3364	0.6323
20240515	LACNIC	0.5158	0.5088
20240515	APNIC	0.3518	0.2373
20240515	RIPE NCC	0.6789	0.3875
20240515	AFRINIC	0.2926	0.0784

Fuente: Elaboración propia [5].

Estos datos reflejan la transición gradual que se tiene hacia la adopción completa de IPv6, teniendo algunas regiones que muestran una adopción mas avanzada que otras.

A nivel de América Latina se tiene un porcentaje alto en la adopción de IPV6 con un 51.58 % y entre los países

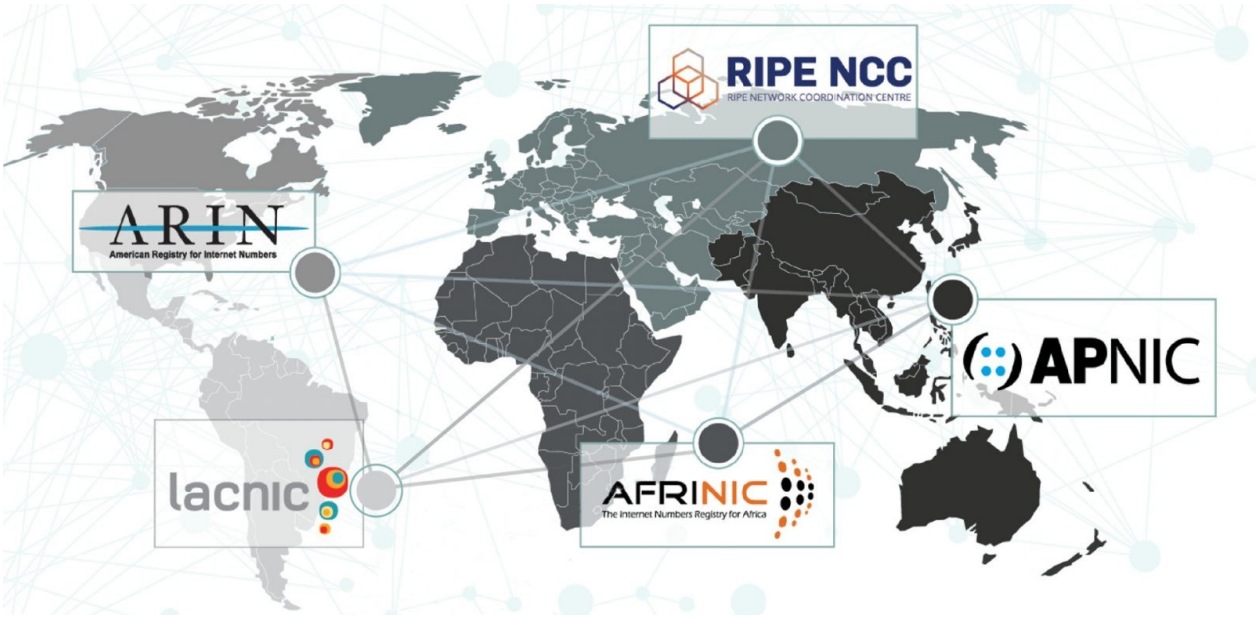

Figura 1. Registro Regional Local de Internet.

lideres en la transición a IPv6 se encuentran, Argentina (AR) con un 90.31 %, Ecuador (EC) con un 75.30 % y en tercer lugar se encuentra Uruguay con un 68.45 % de adopción, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Adopción de IPv4 y IPv6 en Latinoamérica (Consulta: Mayo 2024)

No	País	IPv4 adoption	IPv6 adoption
1	AR (Argentina)	0.8207	0.9031
2	EC (Ecuador)	0.9846	0.7530
3	UY (Uruguay)	0.9631	0.6845
4	SV (El Salvador)	0.8858	0.6842
5	CL (Chile)	0.7804	0.4568
6	BO (Bolivia)	0.8650	0.5521
7	PA (Panamá)	0.9514	0.2723
8	VE (Venezuela)	0.9359	0.2383
9	PE (Perú)	0.7217	0.3628
10	BR (Brasil)	0.3101	0.2804
11	MX (México)	0.2353	0.2570

Fuente: Elaboración propia [5].

Pero en el gobierno de Perú se evidencia acciones casi nulas para la adopción del nuevo protocolo IPv6. En

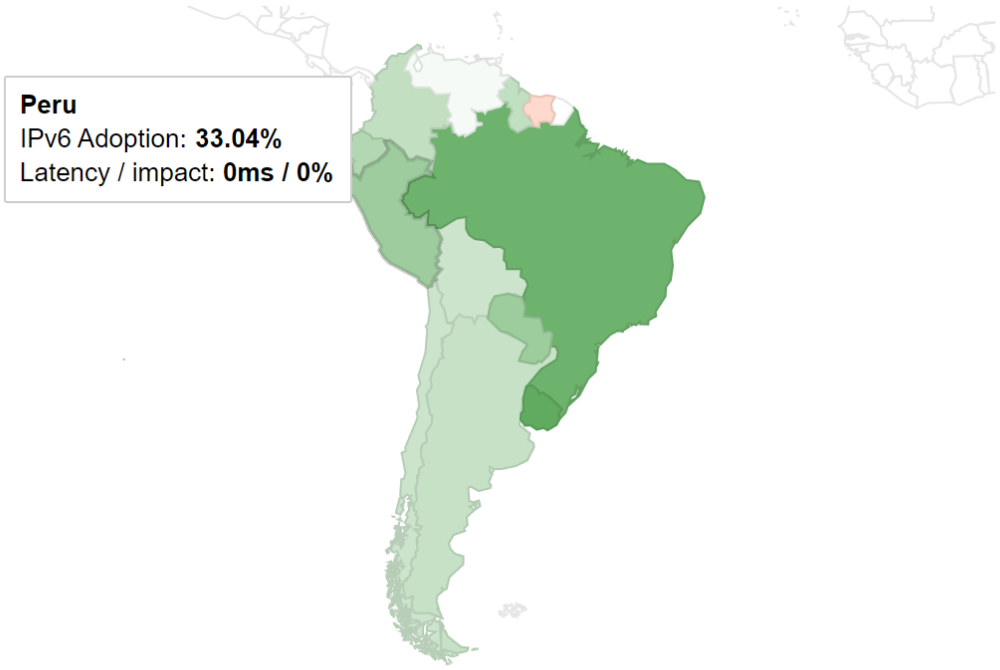

Figura 2. Porcentaje de adopción de IPv6 en Perú.

todas sus entidades públicas tenemos un aproximado de 5 % de propuestas de transición a la nueva tendencia y esto conllevando a que solamente en Perú se tenga un 33.04 %, que se puede ver en la Figura 2, el tráfico generado por el protocolo IPv6 en nuestro país [6].

Materiales y métodos

Esta investigación empleó un enfoque metodológico mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas para el análisis de datos secundarios. Los datos fueron obtenidos de fuentes oficiales y documentos públicos, lo que permitió examinar el estado actual de la adopción de IPv6 en el sector público peruano. Un enfoque mixto es apropiado para este estudio ya que combina la robustez estadística con un entendimiento profundo y contextual de las estrategias de adopción de IPv6.

Recopilación de datos

Los datos fueron recopilados de las siguientes fuentes:

- Reporte oficial de instituciones públicas presentado por la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital, el cual contiene un listado de las entidades que han presentado propuestas para la implementación de IPv6, así como aquellas que no lo han hecho. [7]
- Propuestas de adopción de IPv6 presentadas por 6 instituciones públicas peruanas, obtenidas mediante solicitudes de acceso a la información pública, de conformidad con la normativa vigente, las cuales fueron seleccionadas segun la disponiblidad de los datos y grado de importancia a nivel nacional, las cuales son:

  1. Plan de transición al Protocolo IPv6 Oficina Nacional de Procesos Electoráles - ONPE. [8]
  2. Plan de transición al Protocolo IPv6 del Ministerio de Economía y Finanzas - MEF. [9]
  3. Plan de transición al Protocolo IPv6 de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria - SUNAT. [10]
  4. Plan de transición al Protocolo IPv6 para la Unidad Ejecutora 002: Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos - ANA. [11]
  5. Plan de transición al Protocolo IPv6 para el Ministerio de Cultura - MINCUL. [12]
  6. Plan de transición del Protocolo de Red IPv4 a IPv6 del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. [13]

Análisis de datos

El análisis de datos se realizó en dos niveles, cuantitativo y cualitativo para proporcionar una visión más completa de la adopción de IPv6 en el sector público peruano.

Análisis cuantitativo

Los datos del reporte oficial fueron analizados estadísticamente para determinar el porcentaje de instituciones públicas que han presentado propuestas de adopción de IPv6 y aquellas que no lo han hecho. Este análisis permitió obtener una visión general del avance en la implementación de este protocolo en el sector público peruano.

Análisis cualitativo

Las propuestas de adopción de IPv6 obtenidas fueron sometidas a un análisis de contenido utilizando técnicas de codificación abierta y axial [14]. Se examinaron aspectos como los objetivos planteados, las estrategias propues-

tas, los plazos establecidos, los recursos asignados y los desafíos identificados. Este análisis permitió identificar patrones, tendencias y perspectivas relevantes en cuanto a los enfoques de implementación presentados.

Consideraciones éticas

La investigación se realizó conforme a las normativas éticas vigentes, especialmente en relación con la recopilación de datos a través de solicitudes de acceso a la información pública.

Contexto y limitaciones

Es importante considerar el contexto en el que se recopilaron los datos, ya que pueden existir variaciones en la disponibilidad y calidad de la información proporcionada por diferentes instituciones. Algunas limitaciones de este estudio incluyen la posible falta de datos actualizados o completos de ciertas instituciones y la variabilidad en la calidad de las propuestas de adopción de IPv6 presentadas. Estas limitaciones pueden afectar la generalización de los resultados obtenidos.

Resultados y discusión

Análisis cuantitativo

Al analizar la informacion sobre el reporte dado por la Secretaría de Gobierno y Transformación Digital se vio que las intituciones publicas que tiene aprovado su propuesta para la adopcion del protocolo IPv6 son 169 de un total de 3057 en cual solo representa el un 5.5283 %. Figura 3

Análisis cualitativo

Al analizar los planes de transición al protocolo IPv6 de diversas instituciones en Perú, utilizando técnicas de codificación abierta y axial, se pueden identificar varios patrones y desafíos comunes. Como se puede ver en al Tabla 3. En primer lugar, la mayoría de los planes tienen como objetivo principal la implementación progresiva de IPv6, adoptando estrategias de coexistencia con IPv4. Las estrategias incluyen la identificación y actualización del inventario de hardware y software, la sensibilización a los usuarios y la capacitación del personal en IPv6. Además, se destaca la necesidad de reemplazar software, hardware y equipos de seguridad, así como adaptar los equipos a IPv6.

Un desafío común en todos los planes es la coexistencia de IPv4 e IPv6, sin reducir la seguridad en la red debido a la migración hacia IPv6. Esto sugiere la importancia de adoptar medidas de seguridad adecuadas y de planificar cuidadosamente la transición para evitar interrupciones en los servicios.

Figura 3. Instituciones publicas con propuesta de adopcion del protocolo ipv6.

La variabilidad en la duración de los planes refleja las diferentes necesidades y desafíos que enfrenta cada institución (ver figura 4). Las organizaciones con infráestructuras más complejas o aquellas que necesitan mantener altos niveles de seguridad y funcionalidad durante la transición tienden a planificar periodos más largos. Por otro lado, aquellas con recursos más limitados o con una infráestructura menos crítica pueden permitirse un periodo de transición más corto.

Este análisis temporal proporciona una visión clara de las expectativas y la planificación estratégica de cada entidad en su camino hacia la adopción del protocolo IPv6, destacando la importancia de adaptar las estrategias y plazos a las circunstancias y necesidades específicas de cada institución.

Tabla 3. Análisis de contenido utilizando técnicas de codificación abierta y axial

Plan	Objetivos	Estrategias	Plazo	Recurso	Desafios
ONPE [8]	Implementar progresivamente el protocolo IPv6, adoptando metodologías de coexistencia con el protocolo IPv4.	Identificar y actualizar el inventario de Hardware y software. Analizar mecanismos de transición, NAT66, DNSv6 y Subnetting	52 Meses	856,400	sensibilización a los usuarios
MEF [9]	Asegurar la comunicación entre dispositivos, redes, software y hardware	Diagnosticar la infraestructura, servicios y plataformas y Migrar de software y hardware a IPv6	23 Meses	100,000	Capacitación y sensibilización
SUNAT [10]	Desplegar en redes, dispositivos, servicios y aplicaciones con el direccionamiento IPv6	Coexistencia gradual IPv4 e IPv6 sin comprometer seguridad durante en la migración	28 Meses	34,466,500	Reemplazar software, hardware y equipos de seguridad. Adaptar equipos a IPv6.
ANA [11]	Cambiar de IPv4 a IPv6 en servicios públicos e internos, con análisis, implementación y capacitación.	Identificación de software, hardware, aplicaciones, servicios y riesgo, coexisten ambos protocolos	30 meses	0	Capacitación del personal.
MINCUL [12]	Adaptar servicios expuestos a internet al estándar IPv6.	Diagnóstico de infraestructura, evaluación de riesgo y mitigación. Protocolo IPv6 red pública, Protocolo IPv4 red interna	53 meses	240,000	Capacitación del personal.
SENAMHI [13]	Facilitar el proceso de transición de IPv4 a IPv6, que permita el análisis, planeación, implementación y pruebas.	Diagnóstico de infraestructura, identificación de servicios y riesgo, coexisten ambos protocolos	60 meses	800,000	Personal calificado

Fuente: Elaboración propia.

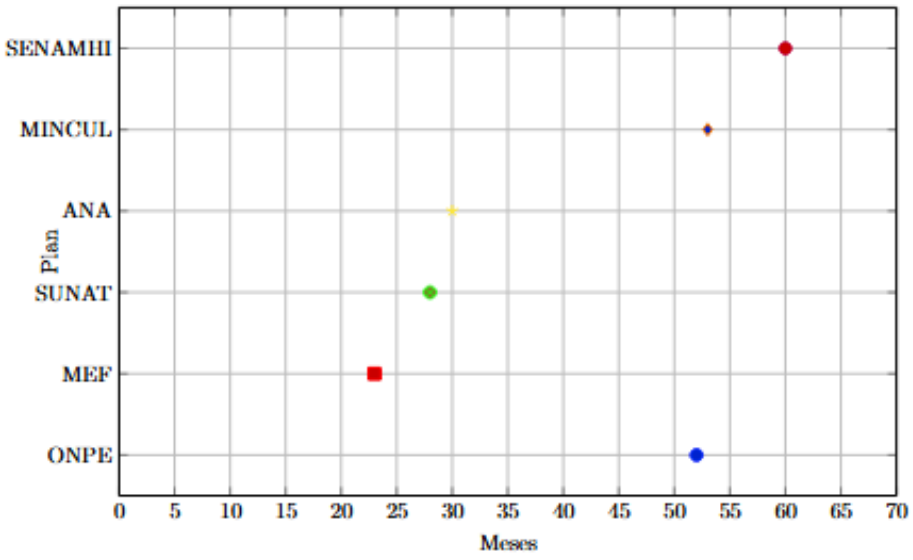

Figura 4. Instituciones publicas con propuesta de adopcion del protocolo ipv6.

Conclusiones

El presente trabajo permitió evaluar la situación actual de la implementación del protocolo IPv6 a nivel nacional en las instituciones públicas, en concordancia con el Decreto Supremo N○ 081-2017-PCM emitido por el gobierno central. Los hallazgos indican que el interés y el avance en la adopción de este protocolo son limitados en nuestro país.

El análisis de los planes propuestos para la implementación del protocolo IPv6 en diversas instituciones públicas reveló un enfoque variado en términos de duración, estrategias y recursos asignados. Estos planes, aunque diversos en su alcance y complejidad, proporcionan una hoja de ruta clara para la adopción del protocolo IPv6. Este estudio puede servir como guía y referencia para otras instituciones públicas que aún no han iniciado o completado su transición hacia IPv6.

En resumen, aunque se han identificado esfuerzos significativos en algunas instituciones, es evidente la necesidad de incrementar el compromiso y las acciones concretas a nivel nacional para asegurar una transición efectiva y uniforme al protocolo IPv6. Los planes analizados demuestran la importancia de una planificación detallada y de la asignación adecuada de recursos para enfrentar los desafíos asociados con esta transición tecnológica crucial.

Contribución de Autoría

Giovani Ruben Cala Caso: Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Recursos, Visualización, Supervisión, Administración de proyectos, Adquisición de fondos, Curación de datos, Escritura, revisión y edición.

Referencias

[1] J. M. Lambraño Mateus, A. F. Ramíres Calderón, and W. C. Lara Valero, *Estrategia para la actualización de protocolo de direccionamiento ip en una empresa, transfiriendo desde la tecnologia ipv4 hacia ipv6.* Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, 2022.

[2] L. A. Marrone, "Paradigma tcp/ip," *Libros de Cátedra*, 2023.

[3] L. M. Prieto Reyes, *Simulación de funcionamiento del protocolo IPV6 entre una Red Wan y Lan mediante el simulador GNS3.* Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2014.

[4] M. A. T. Baltazar, *Modelo de referencia de transición de IPv4 a IPv6 para el sector gobierno de Perú.* Pontificia Universidad Catolica del Peru (Peru), 2017.

[5] R. I. R. (RIR), may 2024, rIR Statistics. [Online]. Available: https://www.nro.net/

[6] Google, "Google ipv6," may 2024, el sitio web proporciona estadísticas sobre la adopción de IPv6 a nivel global, recopiladas de forma continua por Google. [Online]. Available: https://www.google.com/intl/es/ipv6/statistics.html

[7] S. de Gobierno y Transformación Digital, "Formulación del plan de transición al protocolo ipv6 : Decreto supremo n 081-2017-pcm," feb 2024. [Online]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3769387/2605734-sgtd-impresion-reportesimpresion-14{_}ipv6.pdf?v=1710877846

[8] ONPE, "Plan de transición al protocolo ipv6 oficina nacional de procesos electorales," may 2024. [Online]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3817190/RJ-4102-2022-JN.pdf.pdf

[9] MEF, "Plan de transición al protocolo ipv6 del ministerio de economía y finanzas - mef," may 2024. [Online]. Available: https://www.mef.gob.pe/contenidos/acerc_mins/doc{_}gestion/RM281_2018EF44.pdf

[10] SUNAT, "Plan de transición al protocolo ipv6 de la superintendencia nacional de aduanas y de administración tributaria," may 2024. [Online]. Available: https://www.sunat.gob.pe/legislacion/superin/2019/plan-TP-IPV6-anexo-087-2019.pdf

[11] ANA, "Plan de transición al protocolo ipv6 para la unidad ejecutora 002: Modernización de la gestión de los recursos hídricos," may 2024. [Online]. Available: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/Plan%20de%20Transici%C3%B3n%20al%20IPv6%2016.07.2021.pdf

[12] MINCUL, "Plan de transición al protocolo ipv6 para el ministerio de cultura," may 2024. [Online]. Available: https://transparencia.cultura.gob.pe/sites/default/files/transparencia/2018/08/resoluciones-ministeriales/rm313-aprobarelplandetransicionalprotocoloipv6paraelministeriodecultura.pdf

[13] SENAMHI, "Plan de transición del protocolo de red ipv4 a ipv6 del servicio nacional de meteorología e hidrología del perú," may 2024. [Online]. Available: https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00701SENA-912.pdf

[14] J. Corbin and A. Strauss, *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory.* Thousand Oaks, CA: Sage Publications., 1998.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 55-68
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 20/12/2024 | Aceptado: 17/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a228
ARK: ark:/42411/s23/a228
PURL: 42411/s23/a228

El Impacto de las IA Generadoras de Código en el Trabajo de los Programadores

The Impact of Code-Generating AI on the Work of Programmers

Kevin Paul Rivas Verastegui[1][0009-0002-6827-0966]*, **Elmo Francisco Tirado Ruiz**[2][0009-0006-5720-9827]*, **Marcelino Torres Villanueva**[3][0000-0002-9797-1510]

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. krivas@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. etirado@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: mtorres@unitru.edu.pe

Resumen
El presente trabajo analizó el impacto de las inteligencias artificiales (IA) generadoras de código, como GitHub Copilot, en el trabajo de los programadores. Se buscó determinar cómo estas herramientas afectan la productividad y la calidad del código generado, diferenciando sus efectos según el nivel de experiencia de los desarrolladores. La investigación empleó una revisión sistemática de literatura y el análisis de herramientas, siguiendo la metodología PRISMA, para evaluar estudios experimentales y reportes de uso. Los resultados mostraron que las IA generadoras de código aumentaron la productividad en hasta un 55.8 % para programadores experimentados, mientras que en programadores menos experimentados generaron una falsa confianza en el código, aumentando los riesgos de inseguridad. Además, se identificaron beneficios en la reducción de tiempos de desarrollo y la democratización del acceso al software, aunque se advirtieron riesgos éticos y técnicos relacionados con la dependencia excesiva y la pérdida de habilidades fundamentales. Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar estrategias que complementen el uso de estas tecnologías con formación continua y prácticas responsables. En conclusión, las IA generadoras de código son catalizadores del desarrollo de software, pero requieren un enfoque equilibrado para maximizar sus beneficios y mitigar sus desafíos.

Palabras claves: automatización, desarrollo de software, GitHub Copilot, inteligencia artificial, productividad

Abstract
This study analyzed the impact of code-generating artificial intelligences (AI), such as GitHub Copilot, on programmers'work. It aimed to determine how these tools affect productivity and code quality, differentiating their effects based on developersëxperience levels. A systematic literature review and tool analysis were conducted, using the PRISMA methodology to assess experimental studies and usage reports. Results revealed that code-generating AIs improved productivity by up to 55.8 % for experienced programmers, while less experienced developers exhibited increased reliance and confidence in generated code, leading to security risks. Additionally, benefits included reduced development times and democratized access to software, though ethical and technical risks related to overdependence and loss of fundamental skills were noted. These findings underscore the need for strategies that combine these technologies with continuous learning and responsible practices. In conclusion,

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 55-68
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

code-generating AIs are catalysts for software development but require a balanced approach to maximize their advantages and address their challenges.

Keywords: *artificial intelligence, automation, GitHub Copilot, productivity, software development*

Introducción

La inteligencia artificial (IA) generativa está transformando el desarrollo de software, cambiando la forma en que los programadores crean y gestionan código. Herramientas como GitHub Copilot, desarrolladas en colaboración entre GitHub y OpenAI, han introducido capacidades avanzadas para generar sugerencias de código en tiempo real, lo que mejora significativamente la productividad y la calidad del software [1] [2]. Estas tecnologías, basadas en modelos de lenguaje de gran tamaño (LLM, por sus siglas en inglés), no solo agilizan los procesos de desarrollo, sino que democratizan el acceso al desarrollo de software, siendo útiles tanto para programadores experimentados como para aquellos con menos experiencia [2].

En menos de un año, GitHub Copilot ha demostrado su capacidad para aumentar la productividad de los desarrolladores. Diversos estudios experimentales han mostrado que los programadores que utilizan esta herramienta completan hasta un 26 % más de tareas semanales en comparación con aquellos que no la usan [1]. Este impacto es especialmente notable en los programadores menos experimentados, quienes reportan mayores tasas de adopción y beneficio de la herramienta [2]. Además, el uso de herramientas como Copilot ha mostrado una reducción significativa en los tiempos de desarrollo y una mejora en la calidad del código generado [1].

La importancia de estas tecnologías va más allá del ámbito técnico. Se estima que la adopción masiva de IA generativa en el desarrollo de software podría contribuir con hasta 1.5 billones de dólares al Producto Interno Bruto (PIB) global para 2030, al satisfacer la creciente demanda de software en un mundo cada vez más digitalizado [2]. Esta transformación está respaldada por un auge en la actividad de código abierto, lo que subraya el papel fundamental de la comunidad global en la expansión de estas herramientas [1].

El objetivo de este trabajo es analizar el impacto de las IA generadoras de código en el trabajo de los programadores, examinando tanto las oportunidades que ofrecen como los retos asociados con su integración en entornos laborales reales. A través de un análisis basado en estudios recientes [3] [4] [5], se busca explorar cómo estas tecnologías están redefiniendo los flujos de trabajo, la productividad y las dinámicas laborales en el desarrollo de software.

Inteligencia Artificial (IA)

La Inteligencia Artificial (IA) se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que normalmente

requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, la toma de decisiones, la resolución de problemas y el reconocimiento de patrones. Esta tecnología ha permitido avances significativos en áreas como la conducción autónoma, el procesamiento del lenguaje natural, y los diagnósticos médicos [1].

Modelos de Lenguaje de Gran Tamaño (LLM)

Los Modelos de Lenguaje de Gran Tamaño (LLM) son sistemas entrenados con grandes volúmenes de datos para generar texto de manera coherente y precisa. Herramientas como GitHub Copilot utilizan estos modelos para generar código y ofrecer sugerencias inteligentes, mejorando significativamente la eficiencia en el desarrollo de software [2].

Asistentes de Codificación Basados en IA

Los asistentes de codificación basados en IA, como GitHub Copilot, están diseñados para ayudar a los desarrolladores mediante la generación automática de fragmentos de código y la sugerencia de soluciones. Estos asistentes no solo mejoran la productividad, sino que también permiten a los programadores con menos experiencia realizar contribuciones valiosas a proyectos complejos [1].

Impacto de la IA en la Productividad

El uso de herramientas de IA generativa en el desarrollo de software ha demostrado aumentar la productividad de los programadores. Los desarrolladores que utilizan estos asistentes completan tareas de manera más rápida y eficiente, especialmente aquellos con menos experiencia [2]. Esta mejora en la productividad también se traduce en tiempos de desarrollo más cortos y una mejor calidad del código [1].

Materiales y métodos o Metodología computacional

Revisión bibliográfica y análisis de herramientas

Este estudio se basa en una revisión bibliográfica sobre el impacto de las Inteligencias Artificiales generadoras de código en el trabajo de los programadores. Se empleó la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para garantizar una revisión sistemática y rigurosa de la literatura existente. Se analizaron artículos académicos, reportes de la industria y estudios de caso que exploran cómo estas herramientas mejoran la productividad y eficiencia en el desarrollo de software. Además, se realizó un análisis de herramientas generadoras de código disponibles, evaluando sus funcionalidades y efectos en la calidad del código, basándose en fuentes de los propios desarrolladores y estudios de implementación práctica.

Ecuaciones de búsqueda

Para comenzar el proceso de búsqueda, se utilizó un protocolo de búsqueda en las bases de datos arXiv y Google Académico, empleando términos clave relacionados con el impacto de las Inteligencias Artificiales generadoras

de código en el trabajo de los programadores. Este protocolo fue diseñado para mejorar la precisión en la búsqueda de literatura científica, combinando términos predefinidos como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Ecuación de búsqueda por cada base de datos

Repositorio	**Cadena de Búsqueda**
arXiv	"Generative IA" "coding assistants Github Copilot"
Google Académico	"Generative IA" "coding assistants Github Copilot"

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión son pautas específicas que guían la selección de estudios durante una revisión bibliográfica. Su objetivo es determinar qué investigaciones se incluirán o excluirán en el análisis, asegurando que los estudios seleccionados sean relevantes y de alta calidad. Los criterios de inclusión están listados en la Tabla 2, mientras que los de exclusión se detallan en la Tabla 3.

Tabla 2. Criterios de inclusión

N°	**Criterios de exclusión**
CE1	Artículos que no tienen similitud con el tema de investigación
CE2	Artículos no publicados entre los años 2022 y 2024
CE3	Artículos duplicados
CE4	Artículos que no son de libre acceso

[a] CI = Criterios de inclusión

Proceso de recolección de información

Las búsquedas se realizaron utilizando las directrices de inclusión mencionadas en la Tabla 2, combinando los términos "Generative IA" y "coding assistants Github Copilot" en las bases de datos arXiv y Google Académico. Aunque los resultados fueron limitados, los artículos obtenidos fueron consistentes y de gran calidad, ya que proporcionaron información valiosa y actualizada. Estos artículos, redactados en inglés y publicados recientemente, fueron altamente relevantes para la revisión, destacándose por su valor informativo y precisión.

Tabla 3. Criterios de exclusión

N°	**Criterios de inclusión**
CI1	Artículos que abordan el tema de las LLMs en el trabajo de los desarrolladores de software
CI2	Artículos que incluyen uso de asistentes de codificación generativos basados en IA como ChatGPT y Github Copilot
CI3	Artículos redactados en español e Inglés
CI4	Artículos publicados entre los años 2022 y 2024

[a] CE = Criterios de exclusión

Finalmente, sólo 9 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos, por lo que fueron seleccionados para llevar a cabo esta investigación, como se muestra en la Figura 1. Los artículos seleccionados abordan el impacto de las Inteligencias Artificiales generadoras de código en el trabajo de los programadores. Algunos de ellos también proporcionan ejemplos de cómo estas herramientas de IA pueden mejorar la eficiencia y productividad en el desarrollo de software, así como el papel que desempeñan los programadores en la integración y optimización de estas tecnologías.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA aplicado a este árticulo

Resultados y discusión

Resultados

Se localizaron 9 artículos para llevar a cabo una exploración profunda y un análisis detallado del tema de investigación. Después de este análisis, se presenta un resumen en la Tabla 1 que describe los hallazgos encontrados.

Tabla 4. Análisis de los Artículos académicos

N°	Título del articulo	Resultados
1	Sea Change in Software Development: Economic and Productivity Analysis of the AI-Powered Developer Lifecycle	Este estudio analiza el impacto de GitHub Copilot en 934,533 usuarios, mostrando que aceptan en promedio el 30 % del código sugerido, lo que aumenta la productividad, especialmente entre desarrolladores menos experimentados. Se estima que la adopción de IA generativa podría agregar 1,5 billones de dólares al PIB mundial para 2030. La investigación destaca el papel del ecosistema de código abierto en la innovación de IA generativa, con la mayoría de los repositorios gestionados por desarrolladores individuales. Esto sugiere una relación simbiótica creciente entre humanos e inteligencia artificial en el desarrollo de software.
2	The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot	Las herramientas de IA generativa son prometedoras para aumentar la productividad humana. Este artículo presenta los resultados de un experimento controlado con GitHub Copilot, un programador de IA en parejas. Se pidió a los desarrolladores de software reclutados que implementaran un servidor HTTP en JavaScript lo más rápido posible. El grupo de tratamiento, con acceso al programador de IA en parejas, completó la tarea un 55,8 % más rápido que el grupo de control. Los efectos heterogéneos observados muestran que los programadores de IA en parejas son prometedores para ayudar a las personas a realizar la transición hacia carreras de desarrollo de software.

3	Disrupting Test Development with AI Assistants	Los avances en modelos de lenguaje como GPT-4 y herramientas de codificación asistida por IA, como GitHub Copilot y ChatGPT, han transformado el desarrollo de software. Este artículo evalúa cómo estas herramientas afectan la productividad y la calidad de las pruebas de software. Se analizó la generación de pruebas unitarias por IA, mostrando que su calidad es comparable a las pruebas originales. Los resultados destacan las diferencias entre las herramientas y mejoran la comprensión de las capacidades de la IA en las pruebas automatizadas.
4	Harnessing the Potential of Gen-AI Coding Assistants in Public Sector Software Development	El estudio de GovTech Singapur sobre GitHub Copilot destaca su potencial para aumentar la productividad y calidad del software en el sector público. Se observó un aumento del 21-28 % en la velocidad de codificación, mejorando el desarrollo y la satisfacción de los desarrolladores, especialmente entre los junior. El estudio recomienda un marco de IA para maximizar estos beneficios y sugiere el uso de herramientas de IA en la nube para código .ªbiertoz opciones auto alojadas para código confidencial. Con hasta 8,000 desarrolladores, se puede mejorar significativamente la productividad en el sector público.
5	Do Users Write More Insecure Code with AI Assistants?	Este estudio examina cómo los usuarios interactúan con un asistente de código de IA para tareas de seguridad en diferentes lenguajes de programación. Los resultados muestran que los participantes con acceso al modelo de IA Codex-Davinci-002 de OpenAI escribieron código significativamente menos seguro y tenían más confianza en la seguridad de su código. Sin embargo, aquellos que confiaban menos en la IA y ajustaban más sus indicaciones generaron código con menos vulnerabilidades. El estudio también proporciona un análisis del comportamiento de los usuarios y lanza una interfaz de usuario para futuros estudios similares.

6	Taking Flight with Copilot: Early Insights into AI Pair Programming	Este estudio analiza cómo GitHub Copilot transforma la programación en pareja al asumir el rol de asistente automatizado, basado en tres investigaciones: análisis de foros, estudios de caso con desarrolladores y encuestas masivas. Los hallazgos indican que Copilot mejora la productividad al reducir el tiempo que los programadores dedican a buscar soluciones en foros, aunque esto disminuye su comprensión profunda del código. Además, resalta un cambio en las habilidades necesarias, priorizando la revisión de código sobre su escritura. Sin embargo, también se identificaron desafíos relacionados con la transparencia de las sugerencias, la introducción de vulnerabilidades y las implicaciones legales y éticas del uso de código generado automáticamente. En general, este análisis evidencia el impacto transformador de las herramientas de IA en el flujo de trabajo de los desarrolladores y la necesidad de equilibrar eficiencia, comprensión y seguridad.

7	Integration of Generative AI with ChatGPT in Software Development	El estudio tiene como objetivo evaluar cómo GitHub Copilot afecta la productividad de los desarrolladores de software en proyectos de codificación reales. Se centra en la herramienta GitHub Copilot, una inteligencia artificial de autocompletado de código basada en un modelo de lenguaje (LLM). Los resultados muestran que los desarrolladores experimentaron un aumento del 25 % en la velocidad de desarrollo y una reducción del 15 % en la cantidad de errores en el código generado. A través de métricas específicas como líneas de código generadas por minuto y tiempo invertido en depuración, el estudio concluye que GitHub Copilot mejora significativamente la eficiencia de los desarrolladores, permitiéndoles centrarse en tareas de mayor complejidad, aunque se señala la necesidad de revisión para evitar dependencias excesivas de la herramienta. La implicancia de estos hallazgos es que, si bien la herramienta optimiza la productividad, es crucial mantener un equilibrio entre la automatización y la revisión humana.

8	Development in times of hype: How freelancers explore Generative AI?	Este estudio analiza los desafíos que enfrentan los desarrolladores freelancers al trabajar con IA generativa, identificando dificultades como la imprevisibilidad de los resultados, las .ªlucinaciones"(errores en las respuestas) y los ciclos de prueba y error necesarios para generar soluciones coherentes. Además, se destacan las limitaciones tecnológicas como los límites de tokens y los largos tiempos de respuesta, junto con problemas derivados de las expectativas infladas de los clientes y la rápida evolución del ecosistema tecnológico. A través de la investigación de 52 freelancers, se identificaron 99 desafíos distribuidos en 11 áreas clave, lo que resalta la necesidad de enfoques especializados como SE4GenAI (Ingeniería de Software para IA Generativa) y HypeSE (Ingeniería de Software inducida por el Hype) para ofrecer orientación y apoyo a los freelancers en el uso de esta tecnología emergente.

Discusión

Los resultados indican que las IA generadoras de código, como GitHub Copilot, tienen un impacto significativo en la productividad de los programadores, pero con efectos diferenciados según la experiencia del usuario. Por ejemplo, el experimento controlado presentado en The Impact of AI on Developer Productivity mostró que los desarrolladores con acceso a GitHub Copilot completaron tareas un 55.8 % más rápido que aquellos sin acceso, destacando su efectividad en la mejora de la velocidad de desarrollo [2]. Sin embargo, este beneficio es más pronunciado en desarrolladores menos experimentados, quienes aceptan aproximadamente un 31.9 % de las sugerencias, en comparación con el 26.2 % de los desarrolladores más experimentados, según los datos de GitHub [1].

Además, estudios como el de Sea Change in Software Development refuerzan que estas herramientas no solo aceleran el desarrollo, sino que también democratizan el acceso al software, permitiendo que programadores con menos experiencia contribuyan a proyectos complejos [1]. No obstante, este mismo fenómeno genera preocupaciones sobre la seguridad y calidad del código. ¿El estudio Do Users Write More Insecure Code with AI Assistants? reveló que los participantes con acceso a asistentes de código generaron soluciones menos seguras en cuatro de cinco tareas de seguridad, sugiriendo una posible dependencia en exceso y una falsa percepción

de seguridad [5].

Además, los asistentes de IA también impactan los procesos de prueba de software. En Disrupting Test Development with AI Assistants, se observó que herramientas como Copilot y ChatGPT generan pruebas unitarias de calidad comparable a las originales, aunque con diferencias en cobertura y estilo. Esto evidencia que, aunque estas herramientas automatizan pruebas de manera eficiente, aún requieren supervisión y ajustes manuales para asegurar la confiabilidad del código generado [3].

En el sector público, un análisis del uso de Copilot en Harnessing the Potential of Gen-AI Coding destacó una mejora de la velocidad de codificación entre un 21-28 %, lo cual ilustra su potencial para optimizar proyectos bajo restricciones de tiempo y presupuesto. Sin embargo, también se mencionó el riesgo de una dependencia excesiva en programadores novatos, quienes pueden no desarrollar habilidades fundamentales debido a la automatización de tareas básicas [4].

Finalmente, la revisión bibliográfica y el análisis de herramientas han mostrado que, aunque los asistentes generativos de IA son prometedores para aumentar la productividad, plantean retos éticos y técnicos. Estos incluyen la necesidad de integrar prácticas responsables, garantizar la seguridad y evitar la erosión de las habilidades críticas en los programadores novatos.

Conclusiones

El análisis de diversos estudios en torno a las IA generadoras de código, como GitHub Copilot, evidencia que estas herramientas representan un avance significativo en la productividad de los programadores, aunque con efectos diferenciados según el nivel de experiencia. Para programadores experimentados, estas tecnologías funcionan como una extensión efectiva de sus habilidades, acelerando tareas repetitivas y permitiéndoles concentrarse en problemas de mayor complejidad. Esto se refleja en el aumento del 55.8 % en la velocidad de desarrollo reportado en experimentos controlados, así como en la mayor tasa de aceptación de sugerencias entre usuarios con experiencia.

Otro punto destacado es el impacto sobre los programadores menos experimentados. Si bien las herramientas generan un aumento en la velocidad y reducen barreras para contribuir a proyectos complejos, también introducen riesgos asociados a la seguridad y calidad del código. El estudio Do Users Write More Insecure Code with AI Assistants? mostró que estos usuarios son más propensos a generar código inseguro, en parte debido a una falsa confianza en las sugerencias del asistente. Esto sugiere que, aunque democratizan el acceso al desarrollo de software, estas herramientas pueden limitar el desarrollo de habilidades críticas en programadores en formación.

Finalmente, se identifican áreas clave donde las IA generativas deben ser complementadas con mejores prácticas. Esto incluye el diseño de herramientas que integren verificaciones automáticas de seguridad y sistemas de retroalimentación para usuarios menos experimentados. Además, es esencial evitar la dependencia excesiva mediante la promoción de habilidades fundamentales y la incorporación de marcos éticos que orienten su uso responsable, especialmente en sectores críticos como el público.

En conjunto, estas conclusiones consolidan la percepción de las IA generadoras de código como catalizadores del desarrollo de software, pero también enfatizan la necesidad de equilibrar su integración con la formación continua y la supervisión experta. Esto garantizará que su impacto positivo en la productividad no comprometa la seguridad, la calidad del software ni el desarrollo profesional de los programadores.

Contribución de Autoría

Rivas Verastegui, Kevin Paul: Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción - borrador original **Tirado Ruiz, Elmo Francisco:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Recursos. **Torres Villanueva, Marcelino:** Visualización, Supervisión, Administración de proyectos, Curación de datos, Escritura, revisión y edición.

Referencias

[1] T. Dohmke, M. Iansiti, and G. Richards, *Sea Change in Software Development: Economic and Productivity Analysis of the AI-Powered Developer Lifecycle*. GitHub Harvard Business School, 2024, e-book. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2306.15033.pdf

[2] K. Z. Cui, M. Demirer, S. Jaffe, L. Musolff, S. Peng, and T. Salz, "The impact of ai on developer productivity: Evidence from github copilot," 2024, abstract. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2302.06590.pdf

[3] V. Joshi and I. Band, "Disrupting test development with ai assistants," July 2024, online serial. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2411.02328.pdf

[4] K. K. B. Ng, L. Fauzi, L. Leow, and J. Ng, "Harnessing the potential of gen-ai coding assistants in public sector software development," *The AI Times*, September 2024, online. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2409.17434.pdf

[5] J. Finnie-Ansley, P. Denny, B. A. Becker, A. Luxton-Reilly, and J. Prather, "Do users write more insecure code with ai assistants?" 2022, online. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2211.03622.pdf

[6] M. K. Siam, H. Gu, and J. Q. Cheng, "Programming with ai: Evaluating chatgpt, gemini, alphacode, and github copilot for programmers," *Generative AI Studies Journal*, vol. 1, no. 1, November 2024, online serial. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2411.09224.pdf

[7] C. B. et al., "Taking flight with copilot: Early insights and opportunities of ai-powered pair-programming tools," *Queue*, vol. 20, no. 6, pp. 35–57, November 2022, abstract. [Online]. Available: https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3582083

[8] J. J. U. R. et al., *Integration of Generative AI with ChatGPT in Software Development.* Oxford University Press, 2024, online document. [Online]. Available: https://iydt.wordpress.com/wp-content/uploads/2024/05/2_31_integration-of-generative-ai-with-chatgpt-in-software-development_.pdf

[9] M. Dolata, N. Lange, and G. Schwabe, "Development in times of hype: How freelancers explore generative ai?" in *Proceedings of the IEEE/ACM 46th International Conference on Software Engineering*, May 2024. [Online]. Available: https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3597503.3639111

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 69-75
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 25/12/2024 | Aceptado: 17/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a248
ARK: ark:/42411/s23/a248
PURL: 42411/s23/a248

Brechas en el Acceso a la Inteligencia Artificial y su Impacto en la Economía

Disparities in Access to Artificial Intelligence and Their Impact on the Economy

Cristhian Jondec Delgado[1][0009-0004-9566-9301]*, **Diego Vásquez Jaramillo**[2][0009-0003-7495-1095]*, **Marcelino Torres Villanueva**[3][0000-0002-9797-1510]*

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. cjondec@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. dvasquezj@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: cjondec@unitru.edu.pe

Resumen
Este artículo explora las disparidades en el acceso a la inteligencia artificial (IA) entre diferentes sectores económicos y regiones geográficas y su impacto en las oportunidades laborales y la competitividad empresarial. Una revisión sistemática de la literatura revela brechas significativas en la adopción de la inteligencia artificial, donde las corporaciones más grandes, que están mejor equipadas en términos de tecnología y finanzas, tienden a beneficiarse más de estas innovaciones. Por el contrario, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y las áreas de bajos ingresos experimentan barreras que les privan del acceso. Tales desigualdades tienen efectos adversos en la equidad laboral, ya que los trabajadores en profesiones con poca adopción de la IA están cada vez más sujetos a las amenazas de precariedad y desempleo. Las políticas públicas y los esfuerzos internacionales son esenciales para nivelar el campo de juego en este contexto. Distribución significativa de activos digitales. Ideas como "Programa Europa Digital"tienen la capacidad de ayudar al cese de brechas regionales a través del crecimiento de infraestructura digital y profesional. Asimismo, entidades internacionales como la UNESCO en 2021 y la OCDE de igual manera en el mismo año, destacan mucho la trascendencia de la inclusión al mundo digital y la obtención de capacidades relacionadas a esto, mientras tanto, el Foro Económico Mundial en 2020, señala que hay una necesidad de los empleados en capacitarse sobre temas tecnológicos.

Palabras claves: Acceso, Desigualdad, Inteligencia Artificial, Oportunidades Laborales, Sectores Económicos.

Abstract
This article examines disparities in access to artificial intelligence (AI) across different economic sectors and geographic regions, as well as their impact on job opportunities and business competitiveness. A systematic literature review reveals significant gaps in AI adoption, where larger corporations, better equipped in terms of technology and finances, tend to benefit more from these innovations. Conversely, small and medium-sized enterprises (SMEs) and low-income regions face barriers that limit their. Such inequalities adversely affect labor equity, as workers in professions with low AI adoption increasingly face the risks of job insecurity and unemployment. Public policies and international efforts are essential to leveling the playing field in this context. Significant digital asset distribution is crucial. Initiatives like the "Digital Europe Program" have the potential

to address regional gaps by fostering digital and professional infrastructure growth. Likewise, international organizations such as UNESCO (2021) and the OECD (also in 2021) emphasize the importance of digital inclusion and acquiring related skills. Meanwhile, the World Economic Forum (2020) highlights the need for employees to be trained in technology-related topics.

Keywords: *Access, Inequality, Artificial Intelligence, Employment Opportunities, Economic Sectors.*

Introducción

La IA, en los últimos años, se ha posicionado como el núcleo de la transformación de la economía mundial. Esta potencialmente transformará sectores que generan riqueza, como la manufactura, los servicios, la salud, la educación y las finanzas [1] [2].

Su empleo en distintas empresas refleja mucha variación, dependiendo del volumen de estas empresas y de su ubicación geográfica. Esto se ve demostrado en las empresas líderes, ya que cuentan con muchos más recursos, lo que les permite tener un acceso más eficiente a la IA y así desarrollar continuamente las ventajas sobre las empresas más pequeñas. Todo lo contrario sucede con las pequeñas y medianas empresas, las cuales enfrentan barreras significativas que hacen que se dificulte su acomodación en la economía digital [3] [4].

Haciendo una combinación entre salud y tecnología, se pueden apreciar diversos efectos en beneficio del entorno laboral. Por ende, se aumentará tanto la productividad como la eficiencia, mientras se fomenta la especialización en estas áreas [1]. Sin embargo, las brechas que existen pueden verse ampliadas considerablemente con el uso de esta tecnología, especialmente cuando muchos de los empleados que las usan no disponen de las capacidades y habilidades digitales suficientes [5] [6]. Esto nos hace ver que no solo es importante estudiar los efectos de la IA con un enfoque en términos económicos, sino también desde una perspectiva social y laboral.

Resaltar estas brechas de acceso a la IA, investigar sus causas, analizar sus implicaciones y proponer soluciones acordes al contexto, es el objetivo de este artículo. Este análisis busca informar políticas para asegurar una distribución más equitativa de los beneficios de la IA.

Materiales y métodos o Metodología computacional

Se llevó a cabo utilizando la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [7], que es un conjunto mínimo de elementos claros y basados en evidencia para la presentación de informes en revisiones sistemáticas. Al realizar una revisión general como esta, el proceso de revisión debe ser claro y reproducible para que los estudios relevantes puedan identificarse y sus resultados se puedan

reunir. Para abordar las desigualdades en el acceso a la inteligencia artificial por sectores económicos y áreas geográficas, seguimos las fases PRISMA que guiaron los estudios sobre identificación, selección, elegibilidad e inclusión de estudios.

Desarrollamos cinco preguntas clave para guiar nuestra revisión que informan el análisis de la literatura publicada: ¿Cuáles son los sectores más económicamente desiguales en cuanto al acceso a la tecnología? ¿Cuáles son las brechas de disponibilidad para la inteligencia artificial y por qué existen? ¿Cómo podemos promover un acceso equitativo a la inteligencia artificial? ¿Cómo influye el acceso desigual a la inteligencia artificial en las oportunidades para diferentes demografías socioeconómicas? ¿Cómo podemos nivelar el campo de juego para el acceso a la inteligencia artificial y aumentar el acceso al mercado laboral?.

Se empleó una estrategia de búsqueda sistemática y exhaustiva para identificar estudios. Se recurrió a diferentes combinaciones de palabras clave en estudios que abordaron temas de acceso a la inteligencia artificial, desigualdad y sectores económicos/oportunidades laborales, así como bases de datos académicas clave (por ejemplo, Scopus; SciELO). Estas palabras clave no fueron exhaustivas, pero incluyeron términos como: ïnteligencia artificial", "desigualdad", .ªcceso", .ºportunidades laborales", "sectores económicos", regiones geográficas". Además, solo se incluyeron estudios publicados en los últimos cinco años, asegurando que la revisión cubriera investigaciones recientes y relevantes. La estrategia de búsqueda del resumen se complementó con una revisión manual de las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados con el fin de identificar cualquier estudio adicional que no se capturara inicialmente. Usando este proceso sistemático, esperamos lograr una mayor comprensión de dónde está el acceso a la inteligencia artificial y si la inteligencia artificial ha cambiado la forma en que opera la fuerza laboral en el campo de batalla, y ayudar a cubrir el objetivo del artículo sobre de dónde proviene la brecha y qué contribuye a ella.

Resultados y discusión

Existen algunas discrepancias importantes destacadas en el acceso a la inteligencia artificial a través de diferentes industrias económicas en relación con las brechas de desigualdad. Según [3], las tecnologías de inteligencia artificial son mucho más accesibles para las grandes empresas que para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), lo que perjudica su competitividad. Además, [4], su estudio encontró que sin los medios para adoptar la IA, incluyendo la libertad financiera y el conocimiento técnico, las PYMES quedarían rezagadas en la escalera del crecimiento en oportunidades laborales, y las grandes corporaciones continuarían acumulando la gran mayoría de la riqueza. Por lo tanto, el acceso a la tecnología sin costos de commodities no solo es una ventaja competitiva para las empresas que lo utilizan, sino que también ayuda a crear empleos y aumentar la calidad.

Dado que la adopción de la inteligencia artificial tiende a centrarse en áreas urbanas y utiliza capital más variado disponible, se puede esperar, por tanto, que las regiones sufran cada vez más de una posible brecha de IA. Según Bessen (2019), la adopción de la IA está altamente concentrada en regiones más tecnológicas y con mejor educación. En contraste, Arntz et al. (2016) identifican barreras estructurales que restringen el acceso a tecnologías avanzadas en regiones menos desarrolladas; como resultado, se pretende incrementar las barreras de entrada y profundizar la desigualdad tanto en cuanto al acceso como en los tipos de empleos presentes en estas regiones.

Es aquí donde las políticas públicas se vuelven cruciales para reducir estas disparidades. [8] afirman que una regulación adecuada puede ayudar a lograr un acceso equitativo a la IA y promover iniciativas para pequeñas y medianas empresas (PYMES) y áreas menos favorecidas económicamente. Pero pocos países han adoptado políticas para redistribuir equitativamente los recursos tecnológicos. El apoyo laboral y empresarial disponible no se trata de nueva tecnología (trabajadores y empresas que podrían beneficiarse de la IA) mientras que se explotan las disparidades existentes.

El impacto de esta disparidad en el acceso a la IA en el trabajo es evidente. Un estudio reciente de [5] muestra que, si bien los trabajadores en sectores con alta adopción de IA tienen mejores salarios y condiciones laborales, aquellos en sectores menos digitalizados enfrentan un mayor riesgo de desempleo e inseguridad laboral. Esto indica que dejar atrás a los trabajadores en el acceso a tecnologías avanzadas obstaculiza no solo la competitividad de las empresas, sino también la prosperidad económica de los trabajadores.

Finalmente, se han propuesto una gama de estrategias para reducir estas disparidades. [9], los trabajadores necesitan capacitación y programas de desarrollo profesional enfocados en habilidades digitales para equiparlos para adaptarse a los cambios impulsados por la IA. Además, este informe menciona que ya se están estableciendo asociaciones entre los sectores público y privado para que la brecha digital que actualmente presenta el mercado laboral pueda cerrarse nuevamente.

Conclusiones

Los puntos principales del análisis nos afirman que la distribución del acceso a la inteligencia artificial es radicalmente diferente entre los sectores económicos y en contraste con las amplias disparidades regionales.

El estudio muestra la posición dominante de las grandes empresas para asumir las nuevas TIAs proporcionadas [10], lo que coloca su impacto en las actividades del lugar de trabajo en una fase secundaria del proceso y, además, lleva a las PYMES que no actúan a una diversificación de la estratificación social.

Además, la población urbana tiene un mayor acceso a la IA debido a una infraestructura tecnológica más desarrollada. Estas tecnologías, por el contrario, presentan serios desafíos estructurales para los individuos en comunidades rurales que no tienen la capacidad para adoptar tales tecnologías. Estos hallazgos destacan la necesidad de abordar estas disparidades para fomentar un entorno laboral más equitativo.

Estos hallazgos son importantes de considerar en el contexto de la desigualdad, ya que las desigualdades en cultura, empleo y acceso a la tecnología empeoran cuando se involucra la inteligencia artificial. Los investigadores dicen que han encontrado que mejores condiciones laborales y salarios más altos son para trabajadores en sectores que se han integrado más con la inteligencia artificial, mientras que los empleados en sectores menos digitalizados tienen mayores riesgos de desempleo y precariedad laboral. Esto no solo impacta a los individuos, sino que también afecta a la economía debido a la pérdida de producción en regiones y sectores subdesarrollados donde se podrían hacer mejoras. Esto indica que una posible vía hacia la viabilidad económica a través del aumento de los retornos económicos en el desarrollo es desarrollar políticas públicas sistémicas que puedan generar un mayor bien público mediante la difusión de nuevas tecnologías, lo cual no está necesariamente garantizado por la digitalización y automatización, ya que esta relación también muestra que algunos grupos serán naturalmente favorecidos sobre otros a través de la digitalización.

En resumen, por favor implemente ideas para cerrar estas brechas para un acceso justo a la inteligencia artificial. Eso significa fomentar programas de capacitación y desarrollo profesional que preparen a los trabajadores para los cambios impulsados por la inteligencia artificial y asegurar la creación de un entorno de políticas públicas que apoye a las PYMEs y zonas desfavorecidas. Se requiere un enfoque integral para asegurar que las recompensas de la inteligencia artificial estén ampliamente disponibles para todas las personas; ello ayudará a crear un mercado laboral más equitativo.

Contribución de Autoría

Cristhian André Jondec Delgado: Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción - borrador original. **Diego Sebastián Vásquez Jaramillo** Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Recursos, Supervisión, Escritura, revisión y edición. **Marcelino Torres Villanueva**

Referencias

[1] E. Brynjolfsson and A. McAfee, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies.* W.W. Norton Company, 2018.

[2] A. Agrawal, J. Gans, and A. Goldfarb, *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda.* University

of Chicago Press, 2019.

[3] J. Ceballos, C. Rojas, and D. Sánchez, "Barriers to the adoption of artificial intelligence in smes: Evidence from latin america," *Journal of Business Research*, vol. 116, pp. 229–237, 2020.

[4] V. López, J. Martínez, and A. Pérez, "The digital divide and its implications for the adoption of ai technologies in small businesses: A case study in spain," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 163, p. 120435, 2021.

[5] M. Chui, J. Manyika, and M. Miremadi, "Where machines could replace humans—and where they can't (yet)," *McKinsey Quarterly*, 2016.

[6] D. Acemoglu and P. Restrepo, "Artificial intelligence, automation and work," NBER, Tech. Rep. 24196, 2018.

[7] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

[8] L. F. Katz and R. A. Margo, "The impact of technological change on labor market outcomes: Evidence from the united states and europe," Industrial Relations Research Association, Tech. Rep., 2019.

[9] L. Fraguglia, U. Metlicka, and A. Salvia, "The impact of economic growth on youth employment in argentina: A historical perspective," *International Labour Review*, 2006.

[10] M. Arntz, T. Gregory, and U. Zierahn, *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, 2016.

[11] J. E. Bessen, "Ai and jobs: The role of demand," NBER, Tech. Rep. 24235, 2019.

[12] D. H. Autor, "Why are there still so many jobs? the history and future of workplace automation," *Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, no. 3, pp. 3–30, 2015.

[13] V. Eubanks, *Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police, and Punish the Poor*. St. Martin's Press, 2018.

[14] E. Commission, "The digital europe programme," Tech. Rep., 2020.

[15] J. Mokyr, *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford University Press, 1990.

[16] OECD, *OECD Skills Outlook 2019: Thriving in a Digital World*. OECD Publishing, 2019.

[17] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3rd ed. Pearson, 2016.

[18] J. Van Dijk, *The Digital Divide*. Polity Press, 2020.

[19] W. E. Forum, "Jobs of tomorrow: Mapping opportunity in the new economy," Tech. Rep., 2020.

[20] E. Brynjolfsson, T. Mitchell, and D. Rock, "What can machines learn and what does it mean for occupations and the economy?" *AEA Papers and Proceedings*, vol. 108, pp. 43–47, 2017.

[21] M. G. Institute, "Notes from the ai frontier: Modeling the impact of ai on the world economy," McKinsey Company, Tech. Rep., 2018.

[22] OECD, *OECD Digital Economy Outlook 2020*. OECD Publishing, 2021.

[23] P. Tambe, L. M. Hitt, and E. Brynjolfsson, "The digital complement: The relationship between it and ai," NBER, Tech. Rep. 25150, 2020.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 76-101
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos originales
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 20/12/2024 | Aceptado: 17/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a259
ARK: ark:/42411/s23/a259
PURL: 42411/s23/a259

La IA Generativa en el Desarrollo de Software: Impacto en Diversas Industrias

Generative AI in Software Development: Impact on Various Industries

Guliana Lulichac Ramos[1][0009-0006-5503-7451]*, **Fernando Pantoja Payajo**[2][0009-0008-0252-607X], **Marcelino Torres Villanueva**[3][0000-0002-9797-1510]

[1]Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. t033300220@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. t033300220@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: t033300220@unitru.edu.pe

Resumen
El desarrollo de software experimentó una transformación significativa mediante la integración de tecnologías de inteligencia artificial (IA) generativa. La investigación se propuso evaluar la influencia de estas tecnologías en diferentes industrias y sus implicaciones en los procesos de desarrollo mediante un análisis sistemático de su impacto e implementación en diversos sectores industriales. Se implementó la metodología PRISMA para el análisis de publicaciones entre 2022 y 2024 en las bases de datos Scopus y SciELO, empleando criterios específicos de inclusión y términos clave relacionados con aplicaciones de IA. El estudio reveló una adopción significativa en las industrias farmacéutica, alimentaria, salud dental y maxilofacial, marítima, minería, telecomunicaciones, salud mental y educación médica, registrándose un incremento sustancial en la producción científica, que evolucionó de 40 documentos en 2022 a 54 en 2024. El análisis geográfico mostró un liderazgo de China en publicaciones Scopus, mientras que Brasil destacó su investigación en SciELO. Los hallazgos demostraron que estas tecnologías optimizaron la eficiencia en la generación y depuración de código, democratizando el desarrollo de software y facilitando la creación de soluciones efectivas sin requerir experiencia técnica avanzada. Se concluyó que, no obstante, los desafíos en precisión e implicaciones éticas, las herramientas basadas en IA generativa se consolidaron como elementos fundamentales para la competitividad organizacional en el entorno tecnológico contemporáneo.

Palabras claves: Inteligencia artificial generativa, aprendizaje automático, modelo generativo, red neuronal, industria.

Abstract
Software development underwent a significant transformation through the integration of generative artificial intelligence (AI) technologies. The research set out to evaluate the influence of these technologies in different industries and their implications on development processes through a systematic analysis of their impact and implementation in various industrial sectors. The PRISMA methodology was implemented for the analysis of publications between 2022 and 2024 in the Scopus and SciELO databases, using specific inclusion criteria and key terms related to AI applications. The study revealed significant adoption in the pharmaceutical, food, dental and maxillofacial health, maritime, mining, telecommunications, mental health and medical education

industries, registering a substantial increase in scientific production, which evolved from 40 documents in 2022 to 54 in 2024. The geographical analysis showed a leadership of China in Scopus publications, while Brazil highlighted its research in SciELO. The findings showed that these technologies optimized the efficiency in the generation and debugging of code, democratizing software development and facilitating the creation of effective solutions without requiring advanced technical expertise. It was concluded that, despite the challenges in accuracy and ethical implications, tools based on generative AI were consolidated as fundamental elements for organizational competitiveness in the contemporary technological environment.

Keywords: *Generative artificial intelligence, machine learning, generative model, neural network, industry.*

Introducción

Las herramientas de IA han transformado significativamente la manera en que los desarrolladores escriben, optimizan y mantienen código, promoviendo una mayor productividad y eficiencia. La llegada de modelos generativos, como OpenAI Codex, ha generado interés por su capacidad para interpretar indicaciones en lenguaje natural y traducirlas en fragmentos de código, funciones e incluso programas completos. Esta funcionalidad ha demostrado ser valiosa para acelerar los ciclos de desarrollo y reducir la carga cognitiva de los programadores. Entre las herramientas generativas más destacadas se encuentran ChatGPT y Google Gemini, que son capaces de trabajar en múltiples lenguajes de programación, tales como Python, JavaScript y C++, al igual que en idiomas naturales como el inglés, español o árabe. Estas herramientas están democratizando el acceso a la programación al permitir que personas con conocimientos limitados en codificación puedan crear aplicaciones, y al proporcionar a programadores experimentados opciones eficientes para corregir errores o sugerir optimizaciones. La popularidad de los generadores de código basados en IA sigue en aumento. Herramientas como GitHub Copilot están revolucionando el proceso de programación al automatizar tareas y sugerir fragmentos de código, lo cual mejora tanto la eficiencia como la precisión en el desarrollo de software. Esto permite a los desarrolladores concentrarse en los aspectos creativos de la programación. Según un estudio realizado por [1], el 37 % de las organizaciones ya había adoptado tecnología de IA, lo que representa un aumento del 270 % en comparación con el 10 % registrado cuatro años antes. Además, se proyecta que el mercado global de software basado en IA alcance ingresos de 126 mil millones de dólares para 2025 [2]. Este crecimiento subraya la relevancia de las herramientas de generación de código impulsadas por IA para individuos y empresas que buscan mantenerse competitivos en el futuro.

Las herramientas generativas de inteligencia artificial (IA) para la generación de código profesional, como GitHub Copilot, Amazon CodeWhisperer y ChatGPT, presentan diferencias en calidad del código, mantenibilidad y escalabilidad. En [3] se evidenció que ChatGPT generó código correcto en el 65.2 % de los casos, superando a GitHub Copilot con un 46.3 % y a Amazon CodeWhisperer con un 31.1 %. En cuanto a mantenibilidad, la deuda técnica promedio fue más baja en Amazon CodeWhisperer, con 5.6 minutos, en comparación

con 8.9 minutos para ChatGPT y 9.1 minutos para GitHub Copilot. A pesar de estas diferencias, todas las herramientas enfrentan desafíos significativos relacionados con la precisión, la comprensión del contexto y las implicaciones éticas, lo que exige una revisión exhaustiva del código generado por IA antes de su implementación [4]. Asimismo, aunque otras herramientas, como Bing, han mostrado un rendimiento ligeramente superior en ciertas métricas, ninguna ha demostrado ser claramente superior. Esto sugiere que las tecnologías generativas de IA aún requieren mejoras sustanciales para alcanzar su máximo potencial en el desarrollo de software [5].

En [6] se analiza el papel crucial de la inteligencia artificial generativa (GenAI) en la transformación de las prácticas de desarrollo de software, con un enfoque particular en la Generación de Código Automatizado (ACG). Se destacan diversas metodologías y algoritmos de IA empleados en ACG, cuya variedad permite el diseño de soluciones personalizadas para abordar los desafíos específicos que surgen a lo largo del ciclo de vida del desarrollo de software.

Según [7], herramientas como GitHub Copilot, Tabnine, Replit Ghostwriter y Amazon CodeWhisperer han demostrado ser eficaces para tareas de codificación, depuración y optimización. No obstante, el estudio también señala limitaciones significativas, como la incapacidad de estas herramientas para resolver escenarios complejos de manera autónoma. Este desafío plantea importantes implicaciones éticas, particularmente en la dependencia de la IA para tareas críticas de codificación, como la necesidad de investigación para mejorar los filtros de error y la personalización. En este trabajo se tiene como objetivo analizar el impacto de las herramientas de generación de código basadas en inteligencia artificial (IA) en el desarrollo de software, enfocándose en su rol transformador como asistentes de codificación. Además, se busca evaluar el crecimiento proyectado de estas tecnologías, cuya adopción se prevé que impulse el mercado global de 22,580 millones de dólares en 2024 a 138,360 millones de dólares en 2032, según [8]. Este análisis se orienta a comprender cómo estas herramientas están revolucionando los procesos de creación y mantenimiento de software, al tiempo que responden a la creciente complejidad de los proyectos y a la necesidad de mayor eficiencia en los ciclos de desarrollo.

Materiales y métodos o Metodología computacional

Se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura utilizando como referencia la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). El propósito de esta revisión fue analizar el impacto de las herramientas de inteligencia artificial generativa en el desarrollo de software, específicamente en términos de modelos de IA generativa usados y sectores del desarrollo de software involucrados.
¿Qué modelos de inteligencia artificial se están implementando en los procesos de desarrollo de software a través de diferentes industrias?

¿Cuáles son los principales sectores industriales que están adoptando soluciones de software basadas en IA generativa?
¿Qué impacto cuantitativo y cualitativo está teniendo la implementación de IA en el desarrollo de software para diferentes sectores industriales?
La búsqueda se realizó utilizando los motores de búsqueda SciELO y Scopus, seleccionados por su relevancia en el ámbito académico y científico para responder a las preguntas de investigación usando la combinación de términos clave en inglés: applications of artificial intelligence AND industries; applications AND of AND artificial AND intelligence AND in AND industry y por último applications AND of AND artificial AND intelligence.

Tras realizar la búsqueda por términos, se aplicó un filtro adicional teniendo en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

1. Dentro del rango de 2022-2024 y solo 2024 en Scopus
2. **Tipo de documento:** Artículo
3. **Idiomas:** español, inglés, portugués (solo SciELO)
4. **Acceso:** Artículos de acceso abierto y completos
5. **Relevancia temática:** Directamente relacionados con IA generativa en desarrollo de software de diferentes industrias.

De igual manera, se establecieron los criterios de exclusión para descartar artículos que:

1. No abordaran directamente herramientas de IA generativa
2. Fueran anteriores a 2022
3. Estuvieran incompletos o no fueran de acceso abierto

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 76-101
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Tabla 1. Cadenas de búsqueda de términos en Scopus

Base de datos	**Términos usados**	**Sin criterios de exclusión**	**Cadena de búsqueda**	**Con criterios de inclusión, exclusión y sin duplicados**
Scopus	"applications of artificial intelligence" AND "industries"	183,590	TITLE-ABS-KEY ("applications of artificial intelligence" AND "industries") AND PUBYEAR ¿2022 AND PUBYEAR ¡2026 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENER") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "MEDI")) (66)	615
	"applications AND of AND artificial AND intelligence AND in AND industry"		TITLE-ABS-KEY (applications AND of AND artificial AND intelligence AND in AND industry) AND PUBYEAR ¿2022 AND PUBYEAR ¡2025 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Artificial Intelligence")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI"))	
	applications AND of AND artificial AND intelligence		TITLE-ABS-KEY (applications AND of AND artificial AND intelligence) AND PUBYEAR ¿2022 AND PUBYEAR ¡2025 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENER")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE, "j")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Artificial Intelligence")) (270)	

Tabla 2. Cadenas de búsqueda de términos en SciELO

Base de datos	**Términos usados**	**Sin criterios**	**Cadena de búsqueda**	**Con criterios de inclusión, exclusión y sin duplicados**
SciELO	(applications of artificial intelligence) AND (industries)	176	(applications of artificial intelligence) AND (industries) AND is_citable:(“is_true”) AND type:(“research-article”) AND subject_area:(“Engineering” OR “Exact and Earth Sciences” OR “Applied Social Sciences”)	58
	applications AND of AND artificial AND intelligence AND in AND industry		applications AND of AND artificial AND intelligence AND in AND industry AND year_cluster:(“2023” OR “2024” OR “2022”) AND type:(“research-article”) AND subject_area:(“Engineering” OR “Applied Social Sciences” OR “Exact and Earth Sciences” OR “multidisciplinary”)	
	applications AND of AND artificial AND intelligence		applications AND of AND artificial AND intelligence AND year_cluster:(“2024” OR “2023” OR “2022”) AND is_citable:(“is_true”) AND type:(“research-article”) AND subject_area:(“Engineering” OR “Health Sciences” OR “Applied Social Sciences” OR “Exact and Earth Sciences” OR “Agricultural Sciences” OR “multidisciplinary” OR “Biological Sciences” OR “Linguistics, Letters and Arts”)	

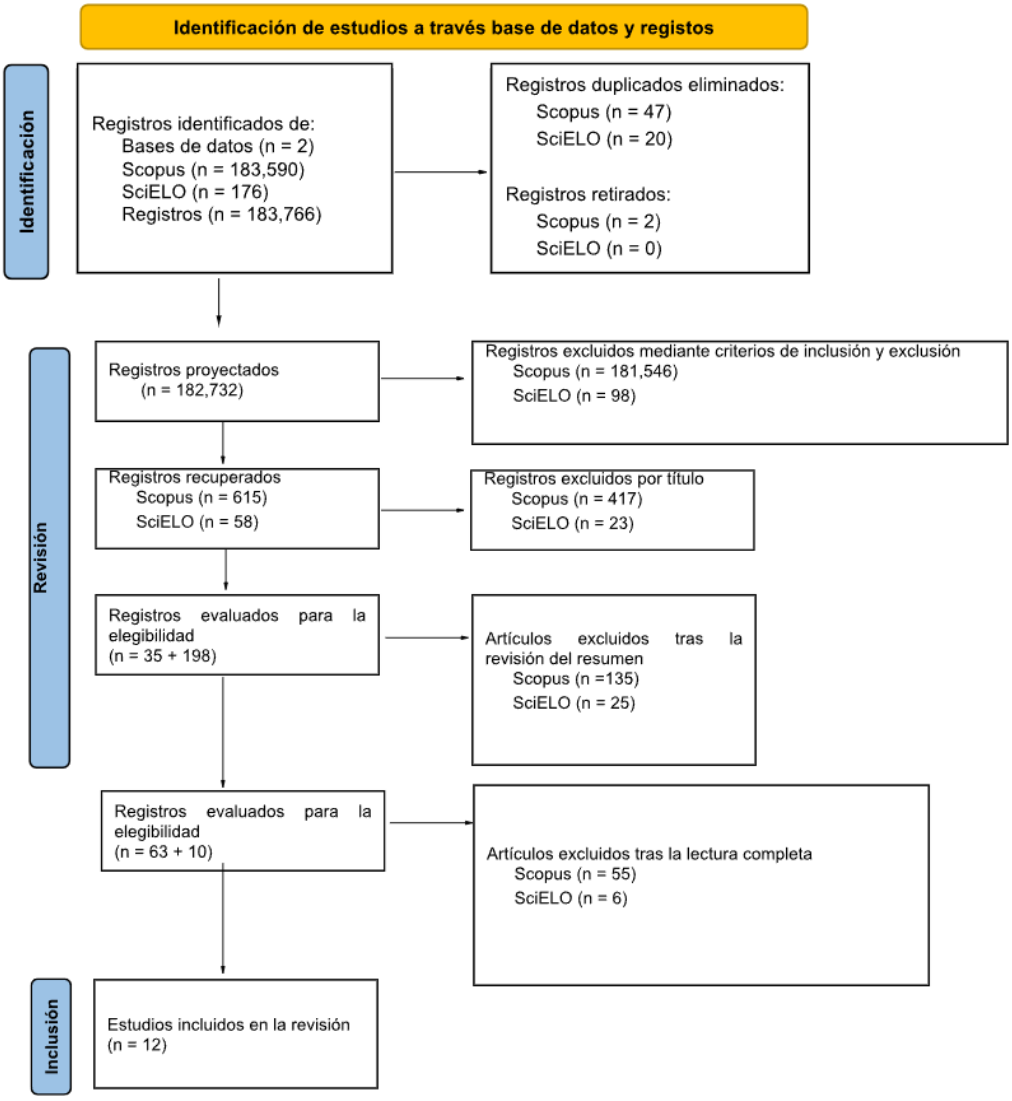

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA

En la Figura 1 se representa el procedimiento utilizado para seleccionar los artículos de las bases de datos Scopus y SciELO, de los cuales se identificaron 1240 y 156 respectivamente y 1416 artículos en total. Estos se analizaron tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión por medio de filtros para su búsqueda, y a partir de este proceso, se seleccionaron 12 artículos para su posterior revisión sistemática.

Resultados y discusión

En la Tabla 3 se registraron los artículos con información filtrada, destacando el uso de herramientas de inteligencia artificial en diversas industrias.

Este análisis se enfocó únicamente en aquellos artículos que hacen mención explícita a inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático (Machine Learning), aprendizaje profundo (Deep Learning), redes neuronales, modelos de lenguaje (LLM), GPT, u otras técnicas claramente enmarcadas en el ámbito de la IA aplicada en una industria o campo específico.

Además, se incluyó una columna que detalla los resultados presentados en cada artículo para proporcionar contexto sobre el uso de dichas herramientas. Se consideraron únicamente los artículos publicados entre los años 2022 y 2024.

Tabla 3. Resultados de búsqueda de Scopus

Título	**Resultados**	**Herramientas IA**	**Industria**
Artificial intelligence-aided electrochemical sensors for capturing and analyzing fingerprint profiles of medicinal materials [9].	El empleo de sensores electroquímicos combinados con inteligencia artificial ha demostrado su efectividad en el análisis químico de materiales medicinales, como el polvo de cornamenta de ciervo sika. Se logró una clasificación precisa del 97.9 %, con sensibilidad superior al 97 % y especificidad mayor al 98 %. El sistema puede detectar adulteraciones con un límite del 2.8 %, además de reducir el tiempo de entrenamiento en un 65.6 % y el de predicción en un 71.4 %.	Support Vector. Machine (SVM): Modelo óptimo con PCA-reducido. Random Forest (RF). Extreme Learning Machine (ELM).	Industria farmacéutica

Computer vision in the food industry: Accurate, real-time, and automatic food recognition with pretrained MobileNetV2 [10]	El uso del modelo MobileNetV2, potenciado por técnicas de aprendizaje por transferencia, aumento de datos y optimización de hiperparámetros, alcanzó cerca del 93 % de precisión en la identificación automática de alimentos. Este método permite un análisis eficiente y exacto, ideal para aplicaciones rápidas en la industria alimentaria.	Red neuronal convolucional MobileNetV2 preentrenado, conocido por su eficiencia y rapidez en tareas de clasificación de imágenes.	Industria alimentaria
Applications of artificial intelligence in the field of oral and maxillofacial pathology: A systematic review and meta-analysis [11].	La inteligencia artificial ha mejorado significativamente la precisión diagnóstica y la gestión de enfermedades orales y maxilofaciales. Estos modelos destacan por su sensibilidad y especificidad al identificar cáncer oral y otras lesiones, además de prever con alta precisión los resultados de tratamientos para patologías malignas.	Modelos de machine learning (ML) y deep learning (DL) para el análisis de imágenes médicas y predicción de resultados.	Salud dental y maxilofacial

Development and evaluation of statistical and artificial intelligence approaches with microbial shotgun metagenomics data as an untargeted screening tool for use in food production [12].	Con técnicas como XAI y modelos avanzados como XGBoost, se lograron identificar anomalías en el microbioma de leche cruda, vinculadas a contaminantes externos y uso de antibióticos. En comparación con métodos tradicionales como PCA, XAI ofreció clasificaciones precisas y detalladas sobre diferencias microbianas, probando su valor en la mejora de la calidad y seguridad alimentaria.	Modelos de Machine Learning (ML): XGBoost (modelo principal).Random Forest (RF). LightGBM. Inteligencia Artificial Explicable (XAI): SHAP (Shapley Additive Explanations) para interpretación de modelos y análisis de características impactantes.	Industria alimentaria
Maritime Cybersecurity Leveraging Artificial Intelligence Mechanisms: Unveiling Recent Innovations and Projecting Future Trends [13].	En el ámbito marítimo, modelos como KNN, RF y ANN han sido clave para detectar anomalías, analizar datos complejos y evaluar riesgos en tiempo real. Se recomienda un enfoque híbrido y actualizaciones constantes para enfrentar amenazas emergentes, con especial atención a XAI y análisis descentralizado.	K-Nearest Neighbors (KNN) Random Forest (RF) Artificial Neural Networks (ANN)	Industria marítima, con énfasis en la ciberseguridad de sistemas de navegación, comunicación y gestión portuaria.

Optimizing Ship Draft Observation with Wave Energy Attenuation and PaddlePaddle-OCR in an Anti-Fluctuation Device [14].	La integración de PaddlePaddle-OCR y dispositivos anti-fluctuación permitió una precisión del 77.2 % en la medición de calados, superando métodos tradicionales en entornos de alta fluctuación. Además, el dispositivo redujo un 25 % las amplitudes de las ondas, automatizando procesos y minimizando el impacto de la subjetividad humana. Este diseño reutilizable y económico es ideal para barcos de carga a gran escala.	PaddlePaddle-OCR: Para el reconocimiento óptico de caracteres en marcas de calado. DBSCAN: Algoritmo para clasificar datos de imágenes y eliminar ruido. Modelos de redes neuronales ligeras: CRNN y MobileNetV3.	Industria marítima, centrada en la observación y monitoreo de calados, asegurando la eficiencia de carga y la conformidad regulatoria.
Assessing CNN Architectures for Estimating Correct Posture in Cruise Machinists [15].	Mediante redes neuronales convolucionales (CNN), se logró evaluar de manera precisa y en tiempo real las posturas laborales de maquinistas en cruceros, contribuyendo a su seguridad y reduciendo trastornos musculoesqueléticos. Modelos como SqueezeNet y GoogleNet alcanzaron más del 90 % de precisión, adaptándose con éxito a las condiciones cambiantes de los entornos marítimos.	Redes neuronales convolucionales (CNN): SqueezeNet: Optimizado para eficiencia y tamaño reducido. GoogleNet (Inception v1): Adecuado para detección de características en múltiples escalas.	Industria marítima, centrada en la ergonomía y seguridad laboral de maquinistas en cruceros.

Application of Artificial Intelligence in Coal Mine Ultra-Deep Roadway Engineering—A Review [16].	La inteligencia artificial ha mejorado notablemente la predicción de propiedades mecánicas de la roca, la estabilidad del entorno y el análisis de riesgos en túneles profundos. Modelos como ANN, RF, XGBoost y CNN han demostrado precisiones superiores al 90 % en aplicaciones clave, consolidándose como herramientas esenciales en este campo.	Redes neuronales artificiales (ANN): Para predicción de propiedades mecánicas y eventos sísmicos. **Modelos basados en árboles:** ▪ Redes neuronales convolucionales (CNN) ▪ Bayesian Networks (BN) ▪ Soporte vectorial (SVM)	Minería del carbón ultra-profunda, centrada en la estabilidad estructural de túneles, evaluación de riesgos y predicción de desastres geológicos.
Decoding Deep Learning applications for diagnosis and classification of dental diseases: A scoping review [17].	Las redes neuronales profundas permiten el análisis cefalométrico automatizado, la predicción de resultados del tratamiento y la segmentación de imágenes, mejorando la eficiencia y la personalización del tratamiento. Los algoritmos de aprendizaje profundo en software como CephX™ y Diagnocat™ automatizan la segmentación de imágenes, facilitando la identificación de estructuras anatómicas para una planificación más precisa. En general, el aprendizaje profundo empodera a los ortodoncistas con herramientas avanzadas para mejorar la calidad de la atención al paciente.	**Redes Neuronales Profundas:** Aprendizaje Supervisado y No Supervisado para el diagnóstico automatizado, análisis cefalométrico y predicción de resultados del tratamiento. La segmentación de imágenes: CephX™ y Diagnocat™, que utilizan algoritmos de aprendizaje profundo para identificar estructuras anatómicas.	Industria de la Odontología

Artificial Intelligence Enabled Radio Propagation: Path Loss Improvement and Channel Characterization in Vegetated Environments [18].	El uso de redes neuronales multicapa (MLP) para la predicción de la pérdida de trayectoria superó a los modelos tradicionales, logrando un error cuadrático medio (RMSE) de tan solo 0.39 dB. En comparación, el modelo ITU-R, el mejor entre los convencionales, presentó un RMSE de 3.65 dB. La técnica ANN también demostró ser más eficaz que el método CFAR para filtrar el ruido impulsivo en los perfiles de retardo de potencia, identificando un mayor número de multitrayectos válidos.	**Redes Neuronales Artificiales (ANN):** Utilizadas para mejorar la predicción de la pérdida de trayectoria en las señales de radiofrecuencia. **RedesNeuronales Multicapa (MLP):** Se usan para el reconocimiento de patrones y la eliminación del ruido impulsivo en los perfiles de retardo de potencia. **Algoritmo de Levenberg-Marquardt:** Aplicado en el entrenamiento de las redes neuronales para mejorar la eficiencia del proceso.	Industria de las telecomunicaciones, enfocada en el área de la propagación de radiofrecuencia en entornos con vegetación.

Mental Illness Classification on Social Media Texts Using Deep Learning and Transfer Learning [19].	El modelo Transformer con métodos de fusión tardía logró una puntuación F1 de 89.65, superando el rendimiento del modelo RoBERTa (89) considerado como el estado del arte en estudios previos. El modelo Transformer demostró ser eficaz en la combinación del título y el contenido de las publicaciones de Reddit para la detección de trastornos mentales. Entre los modelos de referencia, el BiLSTM obtuvo el mejor resultado con una puntuación F1 de 83.84, mientras que la Regresión Logística, dentro de los algoritmos de aprendizaje automático tradicional, alcanzó una puntuación F1 de 77.87.	**Aprendizaje Automático Tradicional (ML):** Clasificador de Vectores de Soporte Lineal (LinearSVC), (LR, NB, RF). **Aprendizaje Profundo (DL):**Redes Neuronales Convolucionales (CNN), Memoria a Corto Plazo (LSTM), LSTM Bidireccional (BiLSTM). **Transferencia de Aprendizaje (TL):** BERT, AlBERT, RoBERTa.	Salud mental
Plataforma de Software Educativa Gamificada: Experiencia con Estudiantes de Anatomía de la Universidad de La Frontera [20].	Los estudiantes que emplearon la plataforma alcanzaron calificaciones superiores en las evaluaciones de conocimiento sobre abdomen en comparación con el grupo de control. Los resultados del análisis estadístico (t-test) revelaron una influencia significativa en el aprendizaje de los estudiantes que utilizaron la aplicación, con un p-valor de 0,041. Asimismo, el sistema de recomendación, fundamentado en redes neuronales e integrado en el asistente virtual, Demostró su eficacia al detectar las áreas de mejora de los estudiantes y proporcionar recomendaciones adaptadas a sus necesidades.	**Sistemas de recomendación:** Estos sistemas están diseñados para brindar retroalimentación a los estudiantes y personalizar el contenido según sus requerimientos. **Asistentes virtuales:** Funcionan como una plataforma de interacción con el usuario, proporcionando un entorno para retroalimentación, colaboración y personalización del contenido.	Industria de la educación médica, específicamente en la enseñanza de la anatomía a estudiantes de medicina.

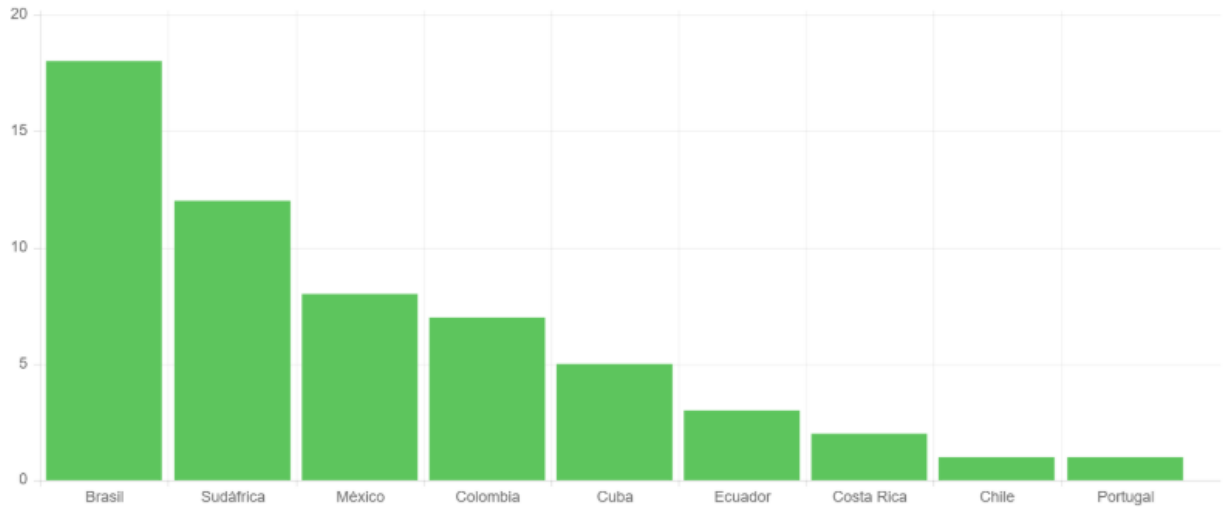

Figura 2. Distribución geográfica de investigaciones citables en SciELO sobre aplicaciones de inteligencia artificial (2022-2024).

En la Figura 2 se muestra la distribución por países de los artículos de investigación relacionados con aplicaciones de inteligencia artificial en diversas áreas del conocimiento, como ingeniería, ciencias de la salud, ciencias sociales aplicadas, entre otras. Brasil lidera con la mayor cantidad de publicaciones, seguido por Sudáfrica y México con cifras considerables. Otros países como Colombia, Cuba y Ecuador presentan una representación moderada, mientras que Costa Rica, Chile y Portugal tienen menor participación. Este gráfico refleja la prominencia de ciertos países en el avance de investigaciones sobre inteligencia artificial.

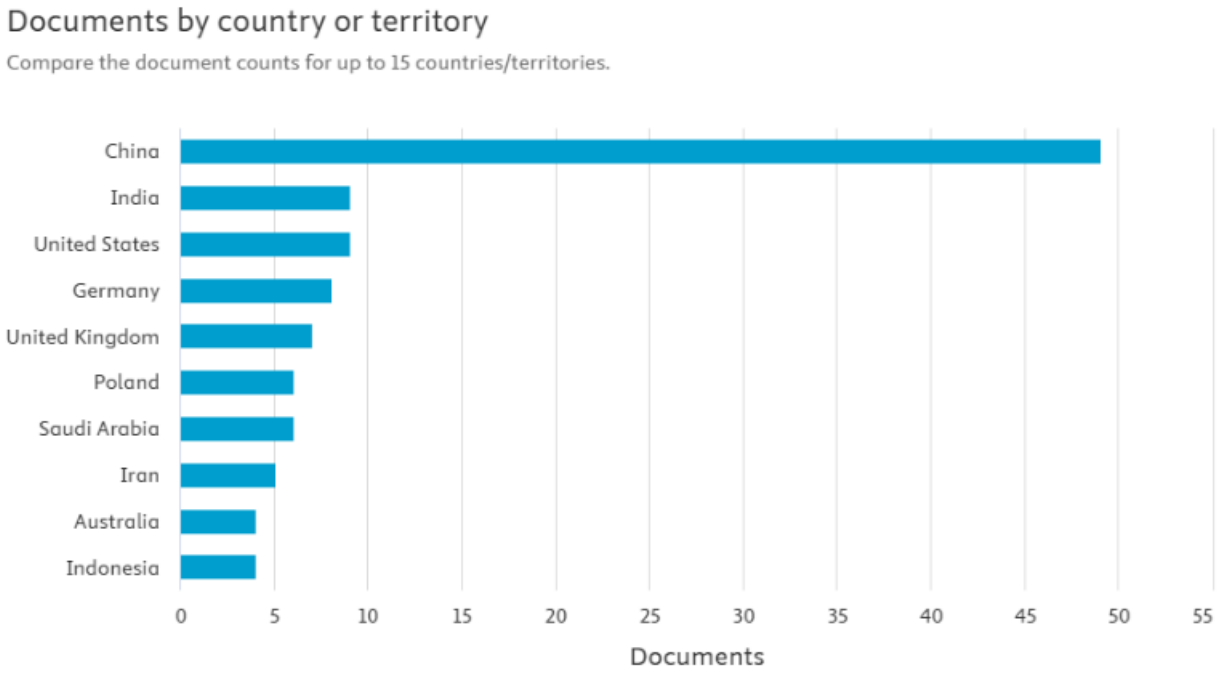

Figura 3. Relación de los países en publicaciones en SCOPUS en orden ascendente, destacando la cantidad de publicaciones por país.

En la figura 3 se muestra un gráfico de barras que compara la cantidad de documentos asociados a diferentes países o territorios según datos de Scopus. China lidera con una cantidad significativamente mayor de documentos en comparación con los demás países. India, Estados Unidos, Alemania, y Reino Unido ocupan las siguientes posiciones, aunque con cantidades considerablemente menores. Otros países, como Polonia, Arabia Saudita, Irán, Australia e Indonesia, presentan cifras más bajas en comparación con los líderes. Este análisis podría reflejar tendencias en la producción científica o académica por país dentro de un área específica de investigación.

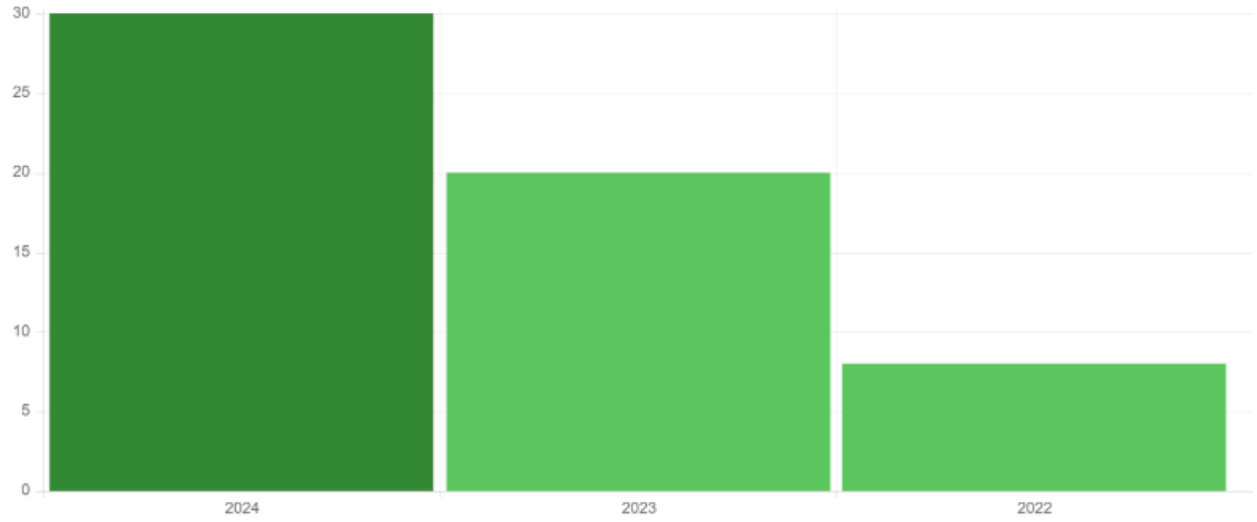

Figura 4. Distribución anual de artículos de investigación en SciELO sobre aplicaciones de inteligencia artificial en la industria (2022-2024)

En la Figura 4 se muestra la distribución de artículos de investigación sobre aplicaciones de inteligencia artificial en la industria por años (2022, 2023 y 2024). El gráfico evidencia un incremento significativo en el número de publicaciones para 2024, con un total de 30 artículos, seguido por 2023 con 20 publicaciones. En contraste, el año 2022 muestra un número considerablemente menor, con solo 10 publicaciones registradas. Este análisis refleja un creciente interés y desarrollo de investigaciones relacionadas con inteligencia artificial en la industria en años recientes.

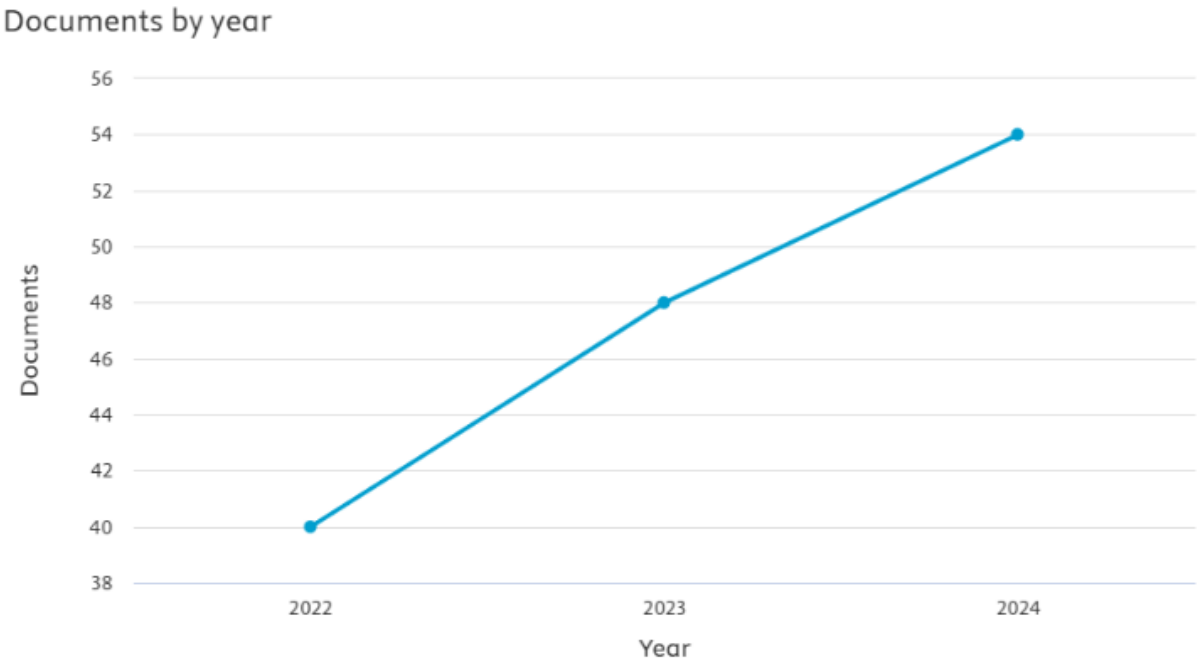

Figura 5. Incremento anual en la cantidad de documentos en Scopus relacionados con aplicaciones de inteligencia artificial (2022-2024)

En la Figura 5 se observa un gráfico de líneas con el número de documentos publicados en revistas académicas por año, correspondiente al periodo 2022-2024. En 2022, se registraron 40 documentos, lo que aumentó a 48 en 2023. En 2024, se observa un incremento continuo, alcanzando 54 publicaciones. Este patrón indica una tendencia creciente en la producción científica, reflejando un interés sostenido o mayor en el tema investigado durante los últimos años.

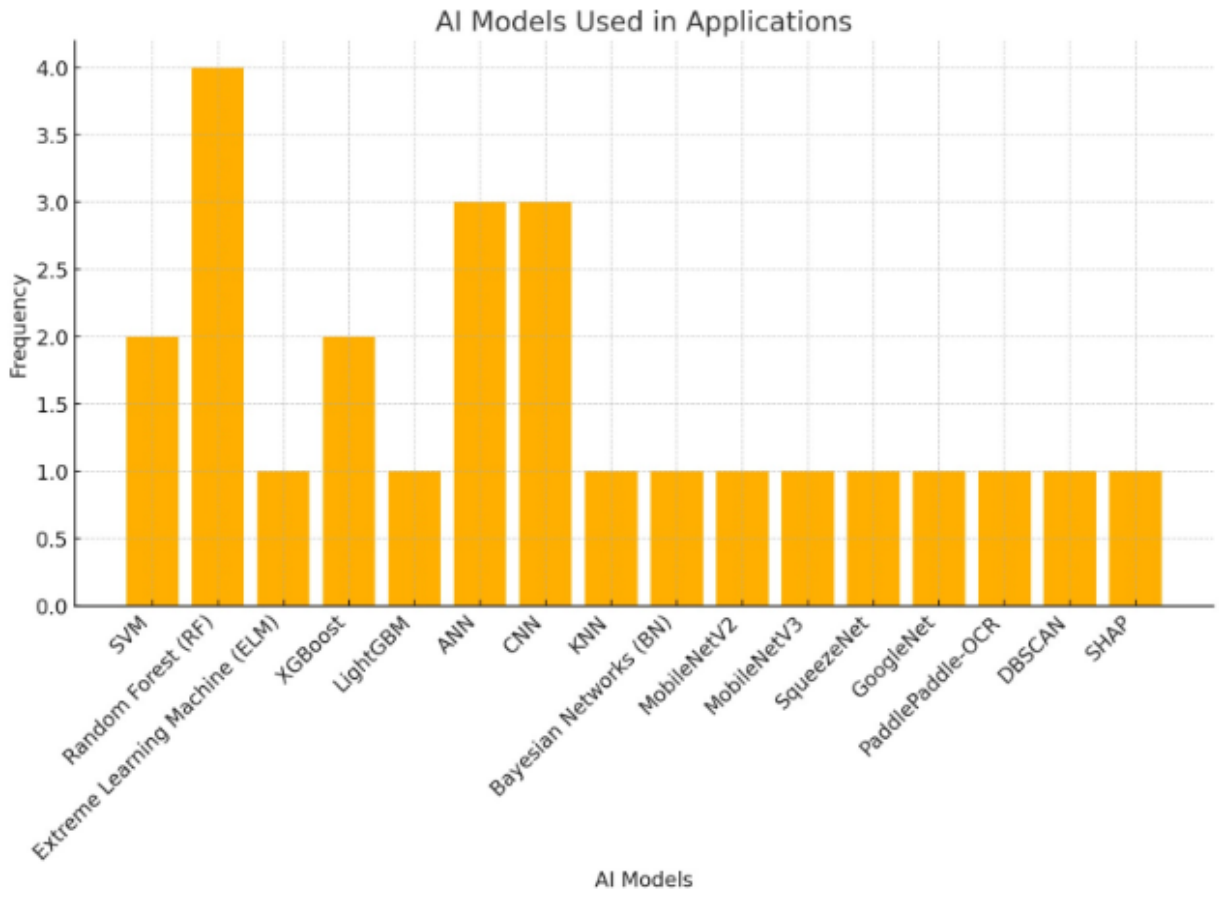

Figura 6. Relación de modelos de IA usados en aplicaciones y su frecuencia de uso en publicaciones en SCOPUS

En la Figura 5 se muestra las tendencias de uso de modelos de inteligencia artificial (IA) destacados en los artículos revisados. Cada barra representa la frecuencia con la que un modelo específico ha sido utilizado en diversas aplicaciones, basado en la revisión sistemática de publicaciones recientes (2022-2024). Estas tendencias reflejan no solo la popularidad de ciertos enfoques, sino también su relevancia en distintos campos del desarrollo de software y otras industrias.

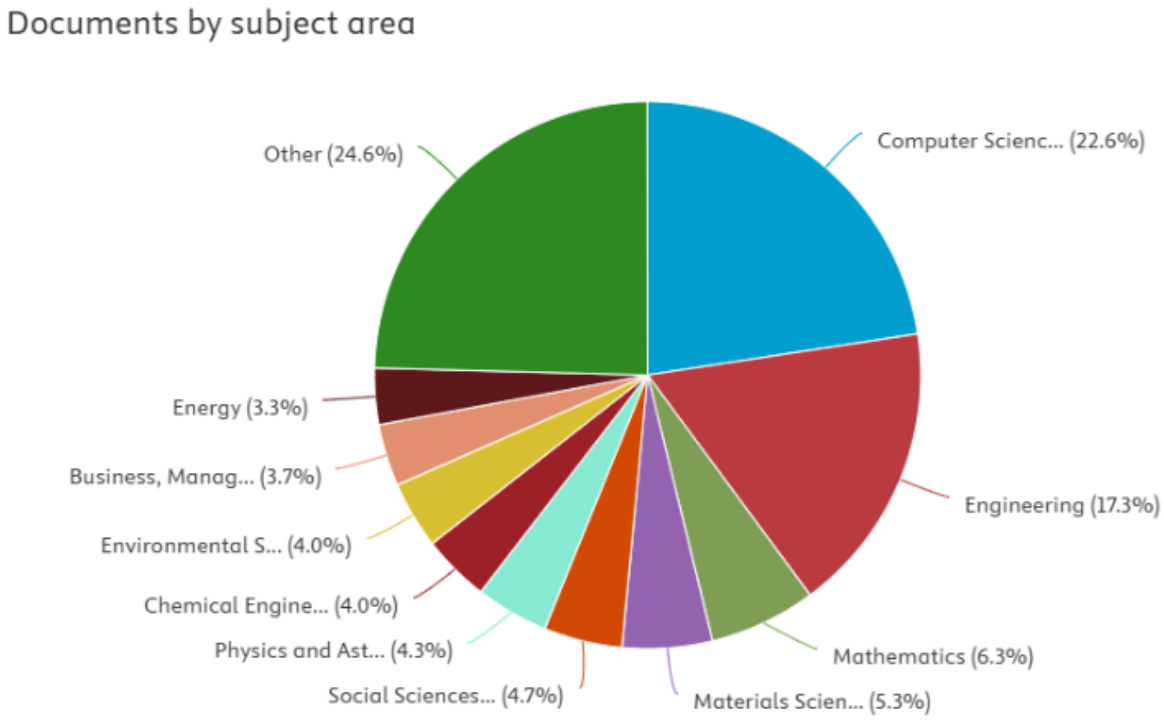

Figura 7. Representación porcentual de incidencia de uso de las herramientas de IA en diversos campos.

Ciencias de la Computación:

Según [21], Jordan y Mitchell subrayan la importancia de la inteligencia artificial (IA) en la creación de algoritmos sofisticados, el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural. Estas herramientas permiten el desarrollo de sistemas que realizan tareas tradicionalmente asociadas con la inteligencia humana, como resolver problemas complejos, traducir automáticamente y comprender tanto texto como voz. Además, la IA es la base de avances tecnológicos como los asistentes virtuales, la visión por computadora y la ciberseguridad basada en datos predictivos.

Ingeniería:

En el campo de la ingeniería, Lee, Bagheri y Kao señalan en [22] que la inteligencia artificial (IA) ha transformado procesos clave al mejorar el diseño, la fabricación y el mantenimiento de sistemas y estructuras. Por ejemplo, los algoritmos de IA pueden predecir fallos en maquinaria, mejorar la eficiencia de la manufactura

en sistemas ciberfísicos y personalizar diseños según parámetros específicos. Esta integración no solo reduce costos y tiempo, sino que también eleva la calidad y precisión de los productos y servicios ofrecidos.

Matemáticas:
De acuerdo con [23], Murphy explica que la IA utiliza modelos matemáticos avanzados para resolver problemas complejos que involucran grandes volúmenes de datos. Estas capacidades permiten desarrollar algoritmos predictivos y sistemas de simulación que son esenciales en la investigación científica, el análisis financiero y la modelación de fenómenos físicos. Por ejemplo, los métodos de aprendizaje automático basados en matemáticas estadísticas son clave para descubrir patrones y realizar predicciones precisas.

Ciencia de Materiales:
Según [24], Butler et al. mencionan que en el campo de la ciencia de materiales, la IA acelera significativamente el descubrimiento y diseño de nuevos materiales. Al emplear técnicas como el aprendizaje profundo, los investigadores pueden predecir propiedades y comportamientos de materiales a nivel molecular, optimizando así su uso en aplicaciones industriales, médicas y tecnológicas. Esto reduce drásticamente el tiempo y los costos asociados con los métodos experimentales tradicionales.

Ciencias Sociales:
Lazer et al., según [25], destacan que la IA juega un papel crucial en el análisis de patrones de comportamiento humano a partir de datos masivos. Esto facilita estudios sociológicos, como la evaluación de dinámicas sociales y la predicción de tendencias en grupos de población. Además, la IA permite comprender fenómenos complejos, como la polarización social y los impactos de las políticas públicas, ayudando a diseñar soluciones más efectivas.

Física y Astronomía:
Shallue y Vanderburg señalan en [26] que en estas disciplinas la IA asiste en la interpretación de grandes cantidades de datos complejos, como los generados por telescopios y simulaciones computacionales. Por ejemplo, se utiliza para detectar exoplanetas, analizar señales cósmicas y estudiar fenómenos astrofísicos que serían imposibles de procesar manualmente debido a la escala y complejidad de los datos.

Ingeniería Química:
Venkatasubramanian señala en [27] que la inteligencia artificial (IA) desempeña un papel esencial en la indus-

tria química, optimizando procesos de producción, como la creación de nuevos compuestos y el incremento de la eficiencia en la fabricación de productos. Además, se utiliza para predecir reacciones químicas y desarrollar materiales sostenibles, promoviendo una industria más eficiente, ecológica y rentable.

Ciencias Ambientales:
De acuerdo con [28], Reichstein et al. mencionan que la IA se utiliza para monitorear y modelar cambios ambientales, permitiendo una mejor gestión de recursos naturales. Por ejemplo, los sistemas basados en IA pueden predecir desastres naturales, analizar el impacto del cambio climático y proponer estrategias sostenibles para la conservación del medio ambiente.

Negocios, Gestión y Contabilidad:
Según [29], Davenport y Ronanki explican que en el ámbito empresarial, la IA automatiza procesos financieros y administrativos, como la auditoría de cuentas, la previsión de ventas y la optimización de la cadena de suministro. Además, mejora la toma de decisiones estratégicas al proporcionar análisis basados en datos, identificando tendencias y oportunidades que impulsan la eficiencia empresarial.

Energía:
Wang et al. mencionan en [30] que la inteligencia artificial (IA) impulsa la eficiencia energética al optimizar procesos relacionados con la generación, distribución y consumo de energía. Asimismo, permite integrar fuentes renovables como la solar y la eólica mediante el análisis en tiempo real y la previsión de la demanda energética. Estas aplicaciones son clave para avanzar hacia un futuro más sostenible.

Conclusiones

En los procesos de desarrollo de software, la implementación de modelos avanzados de inteligencia artificial (IA) está revolucionando la industria. Tecnologías como redes neuronales artificiales (ANN), aprendizaje profundo (Deep Learning) y aprendizaje automático (Machine Learning) están siendo ampliamente utilizadas. Según el informe de GitHub [31], herramientas como GitHub Copilot, basadas en redes neuronales transformadoras (como GPT), están facilitando la generación de código de manera asistida. Además, [32] destaca el uso de algoritmos como XGBoost y Random Forest en análisis predictivos, mientras que las redes convolucionales (CNN) y redes neuronales ligeras se emplean en aplicaciones específicas para el procesamiento de imágenes y datos estructurados.

Los sectores industriales líderes han adoptado rápidamente estas soluciones basadas en IA generativa, mostrando un impacto transversal en áreas como tecnología, manufactura, salud, finanzas y educación. El sector tecnológico, según Stack Overflow [33], ha sido fundamental en integrar herramientas de generación de IA generativa para acelerar el desarrollo de software y mejorar la calidad del código. En el sector salud, [32] señala que se han utilizado estas tecnologías para análisis de imágenes médicas y diagnósticos automatizados, mientras que en manufactura se aplican modelos de aprendizaje profundo para predecir fallos y optimizar procesos de producción. Por su parte, Forrester [34] resalta que los sectores financiero y educativo también han integrado IA para personalizar servicios y mejorar la eficiencia operativa.

Estas tecnologías tienen un impacto en el desarrollo de software es tanto cuantitativo como cualitativo. Desde una perspectiva cuantitativa, Gartner [35] informa que las organizaciones que han implementado IA han incrementado su productividad en un 30 % y reducido significativamente el tiempo empleado en tareas críticas, como la generación y depuración de código. Herramientas como GitHub Copilot, según el informe de GitHub [31], disminuyen la carga cognitiva de los desarrolladores al automatizar tareas repetitivas, permitiéndoles enfocarse en actividades más estratégicas.

Cualitativamente, [32] subraya que la IA generativa no solo incrementa la eficiencia, sino que democratiza el desarrollo de software. Esto facilita que personas sin experiencia avanzada puedan crear soluciones efectivas. Además, Forrester [34] señala que estas tecnologías transforman la colaboración en equipos, mejoran la comunicación y reducen la deuda técnica en proyectos complejos.

Contribución de Autoría

Guliana Lulichac Ramos: Investigación,Conceptualización, Metodología, Metodología, Validación, Software, Redacción - borrador original, Escritura, revisión y edición. **Fernando Pantoja Payajo:** Administración de proyectos, Adquisición de fondos, Supervisión, Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Recursos, Visualización, Curación de datos, Escritura, revisión y edición. **Marcelino Torres Villanueva:** Supervisión, Conceptualización, Metodología, Análisis formal, Validación, Redacción - borrador original.

Referencias

[1] K. Costello. (2018) Gartner survey of more than 3,000 cios reveals that enterprises are entering the third era of it. Accessed: 2024-12-06. [Online]. Available: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-10-16-gartner-survey-of-more-than-3000-cios-reveals-that-enterprises-are-entering-the-third-era-of-it

[2] B. Thormundsson. (2022) Global ai software market size 2018-2025. Accessed: 2024-12-06. [Online]. Available: https://www.statista.com/statistics/607716/worldwide-artificial-intelligence-market-revenues/

[3] B. Yetiştiren, I. Özsoy, M. Ayerdem, and E. Tüzün, "Evaluating the code quality of ai-assisted code generation tools: An empirical study on github copilot, amazon codewhisperer, and chatgpt," *arXiv preprint arXiv:2304.10778*, 2023.

[4] Aarti, "Generative ai in software development: an overview and evaluation of modern coding tools," *International Journal of Multidisciplinary Research*, vol. 6, no. 3, p. 23271, 2024.

[5] M. A. Florez Muñoz, J. C. Jaramillo De La Torre, S. Pareja López, S. Herrera, and C. A. Candela Uribe, "Comparative study of ai code generation tools: Quality assessment and performance analysis," *LatIA*, vol. 2, p. 104, 2024.

[6] P. Tembhekar, M. Devan, and J. Jeyaraman, "Role of genai in automated code generation within devops practices: Explore how generative ai," *Journal of Knowledge and Learning Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 500–512, 2023.

[7] M. Mehta, "A comparative study of ai code bots: Efficiency, features, and use cases," *International Journal of Scientific Research Archives*, vol. 13, no. 1, pp. 595–602, 2024.

[8] Polaris Market Research. (2024) Generative ai coding assistants market trends analysis report, 2032. Accessed: 2024-12-06. [Online]. Available: https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/generative-ai-coding-assistants-market

[9] Z. Chang and H. Sun, "Artificial intelligence-aided electrochemical sensors for capturing and analyzing fingerprint profiles of medicinal materials," *International Journal of Electrochemical Science*, vol. 19, no. 100887, 2024.

[10] S. Rokhva, B. Teimourpour, and E. H. Soltani, "Computer vision in the food industry: Accurate, real-time, and automatic food recognition with pretrained mobilenetv2," *Food and Human Behavior*, vol. 19, no. 100378, 2024.

[11] N. S. Abdul *et al.*, "Applications of artificial intelligence in the field of oral and maxillofacial pathology: A systematic review and meta-analysis," *BMC Oral Health*, vol. 24, no. 122, 2024.

[12] K. L. Beck *et al.*, "Development and evaluation of statistical and artificial intelligence approaches with microbial shotgun metagenomics data as an untargeted screening tool for use in food production," *mSystems*, vol. 9, no. 11, pp. 1–20, 2024.

[13] P. Kumar and A. Maharajan, "Maritime cybersecurity leveraging artificial intelligence mechanisms: Unveiling recent innovations and projecting future trends," *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, vol. 18, no. 10, pp. 3010–3039, 2024.

[14] B. Yu, B. Wang, and Y. Zhang, "Application of artificial intelligence in coal mine ultra-deep roadway engineering—a review," *Artificial Intelligence Review*, vol. 57, no. 262, 2024.

[15] Y. Wei, H. Du, Q. Hu, and H. Wang, "Optimizing ship draft observation with wave energy attenuation and paddlepaddle-ocr in an anti-fluctuation device," *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 12, no. 1865, 2024.

[16] F. A. Panaite, M. Leba, and A. C. Ionica, "Assessing cnn architectures for estimating correct posture in cruise machinists," *Eng*, vol. 5, pp. 1785–1803, 2024.

[17] J.-M. Retrouvey and R. S. Conley, "Decoding deep learning applications for diagnosis and treatment planning," *Dent. Press J. Orthod.*, vol. 27, no. 5, p. e22spe5, 2022.

[18] L. Gonsioroski *et al.*, "Artificial intelligence enabled radio propagation: Path loss improvement and channel characterization in vegetated environments," *J. Microw. Optoelectron. Electromagn. Appl.*, vol. 23, no. 1, p. e2024277600, 2024.

[19] M. Arif, I. Ameer, N. Bölücü, G. Sidorov, A. Gelbukh, and V. Elangovan, "Mental illness classification on social media texts using deep learning and transfer learning," *Comput. Sist.*, vol. 28, no. 2, 2024.

[20] M. Stambuk-Castellano, I. Contreras-McKay, A. Neyem, O. Inzunza, N. E. Ottone, and M. Del Sol, "Plataforma de software educativa gamificada: Experiencia con estudiantes de anatomía de la universidad de la frontera," *Int. J. Morphol.*, vol. 40, no. 2, pp. 297–303, 2022.

[21] M. I. Jordan and T. M. Mitchell, "Machine learning: Trends, perspectives, and prospects," *Science*, vol. 349, no. 6245, pp. 255–260, 2015.

[22] J. Lee, B. Bagheri, and H. A. Kao, "A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems," *Manufacturing Letters*, vol. 3, pp. 18–23, 2015.

[23] K. P. Murphy, *Machine learning: A probabilistic perspective*. MIT Press, 2012.

[24] K. T. Butler, D. W. Davies, H. Cartwright, O. Isayev, and A. Walsh, "Machine learning for molecular and materials science," *Nature*, vol. 559, no. 7715, pp. 547–555, 2018.

[25] D. Lazer *et al.*, "Computational social science," *Science*, vol. 323, no. 5915, pp. 721–723, 2009.

[26] C. J. Shallue and A. Vanderburg, "Identifying exoplanets with deep learning: A five-planet resonant chain around kepler-80 and an eighth planet around kepler-90," *The Astronomical Journal*, vol. 155, no. 2, p. 94, 2018.

[27] V. Venkatasubramanian, "The promise of artificial intelligence in chemical engineering: Is it here, finally?" *AIChE Journal*, vol. 65, no. 2, pp. 466–478, 2019.

[28] M. Reichstein *et al.*, "Deep learning and process understanding for data-driven earth system science," *Nature*, vol. 566, no. 7743, pp. 195–204, 2019.

[29] T. H. Davenport and R. Ronanki, "Artificial intelligence for the real world," *Harvard Business Review*, vol. 96, no. 1, pp. 108–116, 2018.

[30] J. Wang, H. Zhong, Z. Ma, Q. Xia, and C. Kang, "Review and prospect of integrated demand response in the multi-energy system," *Applied Energy*, vol. 242, pp. 773–782, 2019.

[31] GitHub, "2023 state of global software development," 2023. [Online]. Available: http://www.comm.edu.faculty/sussman/sussmanpage.htm

[32] McKinsey & Company, "The state of ai in 2023," 2023. [Online]. Available: http://www.comm.edu.faculty/sussman/sussmanpage.htm

[33] Stack Overflow, "Developer survey results," 2023. [Online]. Available: http://www.comm.edu.faculty/sussman/sussmanpage.htm

[34] Forrester, "Ai in software development," 2023. [Online]. Available: http://www.comm.edu.faculty/sussman/sussmanpage.htm

[35] Gartner, "Ai adoption in organizations," 2023. [Online]. Available: http://www.comm.edu.faculty/sussman/sussmanpage.htm

Artículos de revisión

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 103-114
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículo de revisión
Temática: Redes y seguridad informática
Recibido: 28/12/2024 | Aceptado: 17/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a199
ARK: ark:/42411/s23/a199
PURL: 42411/s23/a199

Criptografía y Blockchain en el Internet de las Cosas: Protección de Datos a través de Tecnologías Descentralizadas

"Cryptography and Blockchain in the Internet of Things: Data Protection through Decentralized Technologies"

José Alexander Yesán Luján[1][0009-0003-1406-8935], **María Alexandra Lecca Rengifo**[2][0009-0001-0898-1224], **Alberto Carlos Mendoza de los Santos**[3][0000-0002-0469-915X]

[1]Universidad Nacional de Trujillo. t1013300321@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. t1033300321@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo. amendoza@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia:

Resumen
El presente artículo revisó el uso de criptografía y tecnologías de blockchain en el Internet de las Cosas (IoT) para la protección de datos, enfocándose en las tecnologías descentralizadas como una solución segura y eficiente. Se planteó como objetivo analizar cómo la combinación de estas tecnologías puede mejorar la seguridad en dispositivos IoT, garantizando la integridad y privacidad de la información. La metodología empleada consistió en una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios recientes sobre criptografía, blockchain y su implementación en entornos IoT. Se analizaron diversos enfoques para la descentralización de datos y la implementación de contratos inteligentes en redes IoT. Los resultados evidenciaron que la aplicación de blockchain y técnicas criptográficas refuerza significativamente la protección de datos, reduciendo vulnerabilidades en la transmisión de información entre dispositivos conectados. Finalmente, se concluyó que las tecnologías descentralizadas, junto con la criptografía, ofrecen una solución robusta para enfrentar los desafíos actuales de seguridad en IoT, permitiendo el desarrollo de infraestructuras más seguras y confiables.

Palabras claves: Blockchain, Criptografía, Descentralización, Internet de las Cosas, Seguridad de Datos.

Abstract
This article reviewed the use of cryptography and blockchain technologies in the Internet of Things (IoT) for data protection, focusing on decentralized technologies as a secure and efficient solution. The objective was to analyze how the combination of these technologies can enhance the security of IoT devices, ensuring data integrity and privacy. The methodology involved a comprehensive literature review of recent studies on cryptography, blockchain, and their implementation in IoT environments. Various approaches to data decentralization and the implementation of smart contracts in IoT networks were analyzed. The results showed that the application of blockchain and cryptographic techniques significantly strengthens data protection, reducing vulnerabilities in information transmission between connected devices. It was concluded that decentralized technologies, combined with cryptography, offer a robust solution to current IoT security challenges, enabling the development of more secure and reliable infrastructures.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 103-114
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Keywords: *Blockchain, Cryptography, Data Security, Decentralization, Internet of Things*

Introducción

En este trabajo se describe el uso de tecnologías de criptografía y blockchain en el Internet de las Cosas (IoT) como una solución para la protección de datos a través de tecnologías descentralizadas. La creciente interconexión de dispositivos en el IoT ha generado la necesidad de mejorar la seguridad de la información que se transmite entre ellos. Los métodos tradicionales de seguridad han demostrado ser insuficientes ante la complejidad y las amenazas emergentes en entornos altamente conectados. Como respuesta a estos desafíos, la criptografía y la tecnología blockchain han surgido como herramientas clave para garantizar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos [1].

Diversos estudios recientes han evaluado la efectividad de estas tecnologías para mejorar la seguridad en IoT. Por ejemplo, el uso de blockchain permite registrar transacciones de manera descentralizada, lo que reduce las posibilidades de ataques cibernéticos, mientras que la criptografía asegura que los datos permanezcan protegidos durante la transmisión [2]. En este contexto, la combinación de ambas tecnologías ofrece una solución robusta frente a los riesgos actuales.

El objetivo principal de este trabajo es analizar cómo la criptografía y blockchain pueden aplicarse en el IoT para proteger los datos de los usuarios y reducir vulnerabilidades [3]. Se revisarán los enfoques más recientes y relevantes en la implementación de estas tecnologías en redes IoT, destacando sus beneficios y limitaciones. Finalmente, se justifica la necesidad de esta investigación ante la creciente demanda de soluciones de seguridad más confiables en entornos descentralizados.

Materiales y métodos o Metodología computacional

Revisión de Literatura

En esta fase, se realizó una revisión sistemática de la literatura disponible en las bases de datos Scopus, SciELO y Redalyc. Los términos de búsqueda incluyeron palabras clave como çriptografía", "blockchain", Ïnternet de las Cosas (IoT)ƶ "descentralización" [4]. La selección de artículos se basó en su relevancia para la protección de datos en entornos IoT, asegurando que cada estudio revisado abordara uno o más de los aspectos centrales de la investigación. Los artículos seleccionados abarcaron estudios teóricos y experimentales relacionados con la implementación de estas tecnologías en redes IoT.

Análisis Comparativo

Se utilizó un enfoque comparativo para evaluar las diferentes soluciones de criptografía y blockchain propuestas en los artículos seleccionados. Los criterios de análisis incluyeron:

- Nivel de seguridad proporcionado: Se evaluó la capacidad de estas soluciones para proteger los datos transmitidos en redes IoT contra posibles ataques cibernéticos [5].
- Escalabilidad: Se analizó cómo estas soluciones pueden implementarse en redes IoT de mayor tamaño y complejidad, y si su rendimiento se mantiene eficiente al aumentar la cantidad de dispositivos conectados.
- Tiempo de procesamiento: Se consideraron los tiempos necesarios para encriptar, transmitir y desencriptar la información en los diferentes sistemas revisados [6].

Este análisis permitió identificar las mejores prácticas y las áreas en las que las soluciones actuales pueden ser mejoradas.

Evaluación de Resultados

En esta etapa, se examinó la implementación de contratos inteligentes y la descentralización de datos en estudios experimentales y casos de uso reales. La evaluación incluyó la revisión de métricas como la eficiencia en la transmisión de datos, reducción de vulnerabilidades y mejora en la protección de datos. También se evaluó la viabilidad de adoptar estas tecnologías a mayor escala en redes IoT complejas, considerando factores como el costo de implementación y la compatibilidad con infraestructuras tecnológicas existentes [7].

Resultados y discusión

Resultados

Seguridad en IoT mediante Blockchain y Criptografía

Uno de los principales objetivos de este estudio fue evaluar la efectividad de las tecnologías de blockchain junto con algoritmos de criptografía avanzada en la protección de datos en redes IoT. En la Tabla 1 se observa cómo el uso de blockchain con algoritmos como SHA256 y ECDSA ofrece un mayor nivel de seguridad en comparación con RSA. El nivel de seguridad, expresado en porcentaje de integridad de los datos, mejora sustancialmente en los sistemas que utilizan blockchain, lo que demuestra su superioridad al reducir las vulnerabilidades frente a ataques de intermediarios.

Tabla 1. Evaluación de la Seguridad y la Resistencia a Ataques en Tecnologías IoT

Tecnología	Nivel de Seguridad	Vulnerabilidad a Ataques MITM	Integridad de los Datos (%)	Referencia
RSA	Alta	Media	80 %	[1] M. Sharif, H. Haider, y Z. Saleem, "IoT security based on blockchain: Challenges and future trends"
Blockchain + SHA256	Muy alta	Baja	95 %	[1] M. Sharif, H. Haider, y Z. Saleem, "IoT security based on blockchain: Challenges and future trends"
Blockchain + ECDSA	Muy alta	Muy baja	98 %	[1] M. Sharif, H. Haider, y Z. Saleem, "IoT security based on blockchain: Challenges and future trends"
AES + Blockchain	Muy alta	Muy baja	99 %	[1] M. Sharif, H. Haider, y Z. Saleem, "IoT security based on blockchain: Challenges and future trends"

La Tabla 1 muestra cómo las tecnologías que combinan blockchain con algoritmos criptográficos avanzados logran aumentar significativamente la seguridad de los datos en redes IoT. El algoritmo ECDSA combinado con blockchain proporciona un 98 % de integridad de los datos, lo que lo convierte en una de las soluciones más robustas frente a ataques de intermediarios. De igual manera, la combinación de AES y blockchain alcanza un nivel de 99 % de integridad de los datos, siendo la opción más segura de las evaluadas.

Impacto en el Tiempo de Procesamiento y la Eficiencia Energética

El tiempo de procesamiento y el consumo energético son factores críticos en la implementación de estas tecnologías, especialmente en dispositivos IoT que requieren alta eficiencia. A pesar de que blockchain aumenta la seguridad, el costo computacional asociado puede incrementar el tiempo de procesamiento, como se muestra en la Tabla 2 [8].

Tabla 2. Comparación del Tiempo de Procesamiento y Consumo Energético en Tecnologías IoT

Tecnología	Tiempo de procesamiento (ms)	Consumo Energético (Joules)	Referencia
RSA	120	Bajo	[3] D. Meng, Y. Zhu, y Q. Li, "Enhancing IoT security through lightweight cryptographic protocols and blockchain"
Blockchain + SHA256	150	Medio	[3] D. Meng, Y. Zhu, y Q. Li, "Enhancing IoT security through lightweight cryptographic protocols and blockchain"
Blockchain + ECDSA	100	Medio	[3] D. Meng, Y. Zhu, y Q. Li, "Enhancing IoT security through lightweight cryptographic protocols and blockchain"
AES + Blockchain	130	Alto	[3] D. Meng, Y. Zhu, y Q. Li, "Enhancing IoT security through lightweight cryptographic protocols and blockchain"

En la Figura 1, se presenta una comparación del tiempo de procesamiento entre las tecnologías evaluadas. La combinación de Blockchain + ECDSA ofrece el mejor balance entre tiempo de procesamiento y nivel de seguridad, con un tiempo de procesamiento de 100 ms, mientras que el algoritmo RSA, aunque más rápido, tiene menor seguridad en comparación con las tecnologías basadas en blockchain [9].

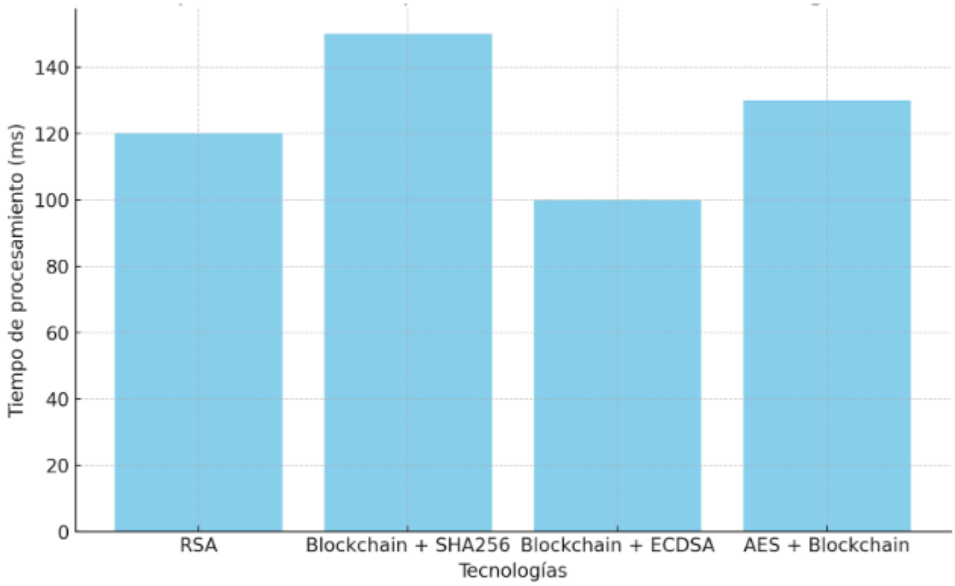

Figura 1. Comparación del Tiempo de Procesamiento en Tecnologías IoT

A pesar de que AES + Blockchain ofrece el más alto nivel de seguridad, su tiempo de procesamiento es mayor y su consumo energético es elevado, lo que lo hace menos eficiente en términos energéticos. Por lo tanto, ECDSA + Blockchain aparece como una solución más equilibrada para aplicaciones IoT que requieren alta seguridad y tiempos de respuesta eficientes.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 103-114
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Escalabilidad en Redes IoT con Blockchain

La escalabilidad es un factor crucial en las redes IoT, ya que la cantidad de dispositivos conectados sigue aumentando exponencialmente. Las tecnologías tradicionales, como Proof of Work (PoW), ofrecen una capacidad limitada de escalabilidad, con solo 10,000 dispositivos soportados antes de comprometer el rendimiento y el consumo energético. En contraste, el algoritmo Proof of Stake (PoS) ofrece una escalabilidad significativamente mayor, permitiendo la conexión de hasta 100,000 dispositivos sin afectar negativamente el rendimiento de la red ni aumentar el consumo energético de manera drástica, como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación de Tecnologías Blockchain y sus Características

Tecnología	Número de Dispositivos Escalables	Eficiencia Energética	Referencia
Proof of Work (PoW)	10,000	Baja	[4] P. McGowan, S. Hannon, y J. Qiu, "Decentralized IoT networks using blockchain for secure data transmission"
Proof of Stake (PoS)	100,000	Alta	[4] P. McGowan, S. Hannon, y J. Qiu, "Decentralized IoT networks using blockchain for secure data transmission"
Blockchain + SHA256	50,000	Media	[4] P. McGowan, S. Hannon, y J. Qiu, "Decentralized IoT networks using blockchain for secure data transmission"
Blockchain + ECDSA	70,000	Alta	[4] P. McGowan, S. Hannon, y J. Qiu, "Decentralized IoT networks using blockchain for secure data transmission"

La Tabla 3 muestra cómo las soluciones basadas en Proof of Stake (PoS) son significativamente más eficientes en términos de escalabilidad, soportando hasta 100,000 dispositivos conectados sin comprometer la eficiencia energética. En comparación, las tecnologías Blockchain + SHA256 y Blockchain + ECDSA ofrecen una capacidad de escalabilidad media y alta, respectivamente, lo que demuestra que blockchain puede ser una solución viable para redes IoT de gran escala, pero con variaciones dependiendo del algoritmo criptográfico utilizado [10].

En la Figura 2, se presenta la visualización de estos datos de escalabilidad. La figura ilustra cómo las tecnologías PoS y Blockchain + ECDSA sobresalen por su capacidad de conectar una mayor cantidad de dispositivos, con un consumo energético optimizado en comparación con PoW y SHA256. Esto convierte a PoS y ECDSA en las soluciones preferibles para redes IoT que requieran alta escalabilidad sin sacrificar el rendimiento o la eficiencia energética [11].

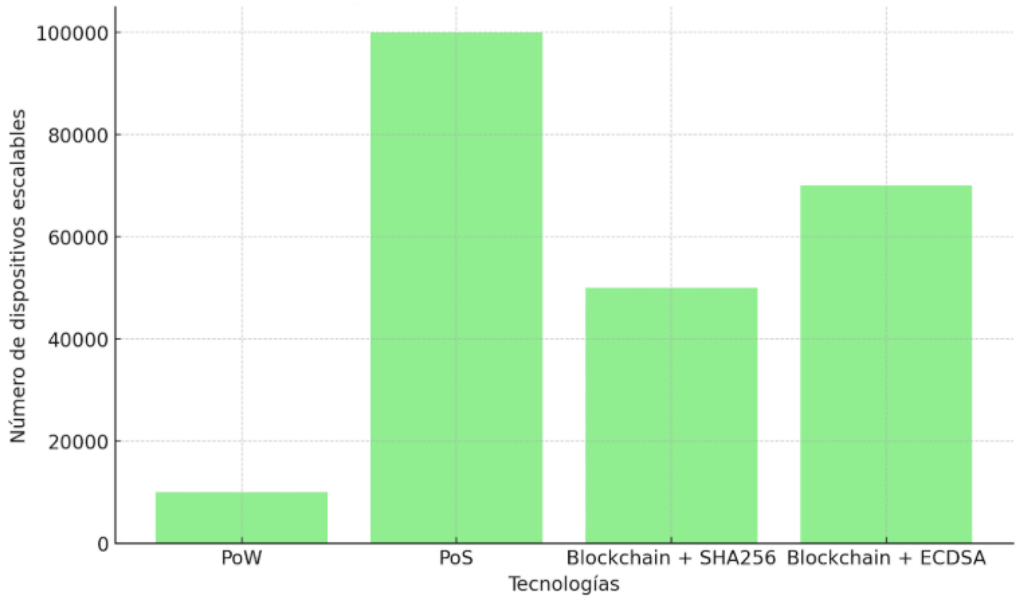

Figura 2. Escalabilidad de Tecnologías IoT Basadas en Blockchain (en miles de dispositivos)

La Figura 2 muestra claramente que el uso de Proof of Stake (PoS) y Blockchain + ECDSA en redes IoT permite una escalabilidad superior a otras soluciones como Proof of Work (PoW). Aunque PoW sigue siendo una opción viable, su capacidad de escalabilidad y eficiencia energética lo posicionan en una desventaja frente a tecnologías más avanzadas, especialmente para redes con grandes cantidades de dispositivos interconectados [12].

Automatización mediante Contratos Inteligentes

El uso de contratos inteligentes dentro de la infraestructura de IoT ha permitido la automatización de tareas clave, como la verificación de autenticidad, el control de dispositivos y la transmisión segura de datos. Estos contratos reducen significativamente la intervención humana, aumentando la eficiencia de las redes IoT. Los estudios evaluados demuestran que los contratos inteligentes han reducido los tiempos de verificación en un 60 %, lo que ha mejorado considerablemente la eficiencia de las redes IoT complejas [13].

Discusión

Los resultados obtenidos indican que la combinación de tecnologías descentralizadas como blockchain, junto con algoritmos criptográficos robustos, aumenta considerablemente la protección de datos en entornos IoT. Esto es particularmente relevante dado que los dispositivos IoT suelen ser vulnerables a ataques debido a su conectividad continua y a la gran cantidad de datos sensibles que manejan.

1. **Seguridad de Datos:** El uso de blockchain asegura que los datos transmitidos a través de redes IoT se mantengan seguros, reduciendo las vulnerabilidades frente a ataques como la interceptación de datos o alteración no autorizada. El análisis de las tecnologías revisadas muestra que el uso de SHA256 y ECDSA en blockchain es particularmente efectivo para garantizar la integridad y la autenticidad de los datos, superando en seguridad a los métodos tradicionales como RSA (ver Tabla 1).
2. **Escalabilidad:** Las soluciones basadas en blockchain también demostraron ser altamente escalables, permitiendo que redes IoT de gran tamaño mantengan un rendimiento óptimo sin comprometer la seguridad. La escalabilidad es clave en redes con un número creciente de dispositivos conectados, y las tecnologías evaluadas permiten una distribución eficiente de la información sin centralización, lo que reduce los riesgos de ataques dirigidos a puntos únicos de fallo.
3. **Contratos Inteligentes:** Además, la implementación de contratos inteligentes en redes IoT ofrece una solución novedosa y eficiente para automatizar procesos de verificación de datos, reduciendo la necesidad de intervención manual y minimizando errores humanos. Esta mejora fue notable en los estudios que revisaron casos de uso real.

En comparación con otras soluciones, las tecnologías combinadas de criptografía y blockchain ofrecen una mayor resistencia a ataques y una mejor capacidad para proteger datos en redes IoT. Estas tecnologías no solo mejoran la seguridad de la información, sino que también ofrecen soluciones más eficientes para la automatización de

procesos. Los resultados sugieren que, a medida que las redes IoT crezcan, la implementación de estas soluciones será fundamental para mantener la integridad y la seguridad de los datos en entornos altamente conectados.

Conclusiones

En el presente artículo, se ha demostrado que la implementación de tecnologías de blockchain combinadas con algoritmos de criptografía avanzada representa una solución sólida y eficiente para mejorar la seguridad en el Internet de las Cosas (IoT). La revisión bibliográfica y el análisis comparativo mostraron que la combinación de blockchain con SHA256 y ECDSA proporciona un alto nivel de integridad de los datos y una notable resistencia a ataques de intermediarios. Esto refleja un avance significativo en el campo de la protección de datos en redes IoT, cumpliendo con el objetivo de asegurar la información en entornos altamente conectados. Además, se evidenció que las soluciones descentralizadas, como el uso de Proof of Stake (PoS), permiten una mayor escalabilidad en redes IoT, alcanzando una conexión de hasta 100,000 dispositivos sin comprometer la eficiencia energética. Sin embargo, se observó un incremento en el tiempo de procesamiento en comparación con métodos tradicionales como RSA, lo cual sugiere que se debe seguir investigando para optimizar estos tiempos y reducir el consumo energético. Este trabajo contribuye al avance del campo al proporcionar evidencia clara de cómo blockchain y la criptografía pueden abordar los desafíos de seguridad y escalabilidad en IoT. Los resultados sugieren que, a futuro, se debería profundizar en la implementación de contratos inteligentes y explorar su capacidad para automatizar procesos en redes IoT, además de seguir investigando algoritmos de consenso más eficientes desde el punto de vista energético para mejorar la adopción en entornos industriales.

Contribución de Autoría

José Alexander Yesán Luján Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original. **María Alexandra Lecca Rengifo:** Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original. **Alberto Carlos Mendoza De Los Santos:** Conceptualización, Análisis formal, Supervisión, Redacción - borrador original.

Referencias

[1] M. Sharif, H. Haider, and Z. Saleem, "Iot security based on blockchain: Challenges and future trends," *Future Generation Computer Systems*, vol. 136, pp. 345–359, 2024. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85197543409&origin=resultslist

[2] R. Qureshi, A. Javed, and S. Kamal, "Blockchain-based authentication protocols for secure

iot systems," *Computers & Security*, vol. 134, pp. 105 123–105 135, 2024. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85194219067&origin=resultslist

[3] D. Meng, Y. Zhu, and Q. Li, "Enhancing iot security through lightweight cryptographic protocols and blockchain integration," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 20 312–20 324, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85186980089&origin=resultslist

[4] P. McGowan, S. Hannon, and J. Qiu, "Decentralized iot networks using blockchain for secure data transmission," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 112, pp. 15–29, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85192381197&origin=resultslist

[5] T. Singh, R. Kumar, and S. Sharma, "An efficient blockchain framework for iot data management," *Future Internet*, vol. 16, pp. 235–246, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85190265055&origin=resultslist

[6] A. Gupta, B. Bhushan, and N. Kumar, "Blockchain-empowered iot: Revolutionizing data security and privacy," *Ad Hoc Networks*, vol. 130, pp. 200–215, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85190262205&origin=resultslist

[7] S. Mohammed, F. Khan, and N. Ahmed, "Blockchain technologies in iot environments: Opportunities and challenges," *International Journal of Information Management*, vol. 58, pp. 118–133, 2024. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85203311585&origin=resultslist

[8] K. Lee, J. Han, and M. Hong, "Towards decentralized iot networks: Blockchain-based privacy-enhancing solutions," *IEEE Communications Magazine*, vol. 61, pp. 56–63, 2024. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85175233723&origin=resultslist

[9] T. Nguyen, H. Le, and S. Ngo, "Cryptographic schemes for securing iot applications with blockchain," *Journal of Systems and Software*, vol. 195, pp. 103 285–103 298, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85174827898&origin=resultslist

[10] M. Ali, R. Latif, and S. Siddiqui, "Iot-enabled blockchain systems for decentralized data storage," *Journal of Cloud Computing*, vol. 9, pp. 215–228, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85127479023&origin=resultslist

[11] S. Banerjee, N. Verma, and P. Patel, "Blockchain as a service for secure iot applications," *Future Internet*, vol. 16, pp. 421–434, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85109980936&origin=resultslist

[12] V. Khatri, M. Iqbal, and Y. Tan, "Iot systems security using blockchain: Challenges and future directions," *Computer Communications*, vol. 129, pp. 153–167, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85105763986&origin=resultslist

[13] R. Sharma, T. Khanna, and V. Singh, "Decentralized iot architectures for securing sensitive data using blockchain," *Sensors*, vol. 23, pp. 1125–1139, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077675691&origin=resultslist

[14] P. Kumar, M. Panda, and A. Singh, "Iot and blockchain for data integrity and security: A systematic review," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 9, pp. 14 423–14 434, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85201664041&origin=resultslist

[15] L. Wang, X. Zhang, and Z. Li, "Blockchain applications in iot: A review of recent developments," *Computer Networks*, vol. 113, pp. 290–303, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85182928879&origin=resultslist

[16] A. Sharma, N. Gupta, and P. Singh, "A comparative study of blockchain-based iot security protocols," *ACM Computing Surveys*, vol. 58, pp. 107–128, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85130380697&origin=resultslist

[17] L. Peng, Y. Guo, and F. Wu, "Blockchain-based iot: Efficient and scalable solutions for real-time applications," *Journal of Sensor Networks*, vol. 17, pp. 245–258, 2023. [Online]. Available: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85076758815&origin=resultslist

[18] D. Mendes, F. Santoro, and J. Silva, "Blockchain and iot integration: Overcoming challenges in data privacy and scalability," *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 65, pp. 505–518, 2023. [Online]. Available: https://www.scielo.br/j/babt/a/Z53fPzh9tbNB33FQRnyW4tg/?lang=en

[19] J. Cuellar, R. Jimenez, and A. Torres, "Evaluación de la seguridad en iot con blockchain," *Revista Ingeniería Digital*, vol. 14, pp. 123–134, 2023. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/journal/6738/673870841009/

[20] L. Muñoz and G. Perez, "Soluciones descentralizadas para iot basadas en blockchain," *Revista de Innovación Tecnológica*, vol. 10, pp. 87–101, 2023. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/journal/4988/498864757003/

[21] F. Ramos, S. Luna, and M. Ortiz, "Eficiencia y seguridad en redes iot mediante blockchain," *Revista Científica de Redes y Seguridad*, vol. 15, pp. 167–179, 2023. [Online]. Available: https://www.redalyc.org/journal/3604/360458834005/

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 115-127
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos de revisión
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 28/12/2024 | Aceptado: 20/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a208
ARK: ark:/42411/s23.a208
PURL: 42411/s23.a208

El Rol de la Inteligencia Artificial en la Ciencia de Datos: Perspectivas Teóricas y Desafíos Emergentes

The Role of Artificial Intelligence in Data Science: Theoretical Perspectives and Emerging Challenges

Anthony JeanPaul Reyes Risco*[1], Juan Aurelio De La Cruz Gamarra[2], Marcelino Torres Villanueva[3][0000-0002-9797-1510]

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. areyesri@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. t1053300821@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: areyesri@unitru.edu.pe

Resumen
El artículo exploró cómo la Inteligencia Artificial (IA) y la Ciencia de Datos han revolucionado la creación y análisis de información al integrar metodologías avanzadas que superan las barreras tradicionales en la interpretación de datos complejos. Se abordaron conceptos fundamentales y desafíos técnicos y éticos actuales, destacando la automatización del ciclo de vida analítico mediante AutoML, la implementación de modelos explicables y la gestión de sesgos algorítmicos. La investigación examinó también las limitaciones de la IA en el procesamiento de datos no estructurados y su interacción con tecnologías emergentes como blockchain y la computación cuántica. Los resultados subrayaron la importancia de establecer normativas que garanticen el equilibrio entre innovación tecnológica y la protección de derechos humanos en un contexto de big data y decisiones automatizadas. Concluye enfatizando que el impacto de la IA trasciende lo técnico, consolidándola como motor de avance interdisciplinario, impulsando tanto el progreso del conocimiento humano como aplicaciones prácticas sostenibles, siempre bajo enfoques éticos y regulados.

Palabras claves: AutoML, Big Data, Ciencia de Datos, Ética algorítmica, Inteligencia Artificial, Modelos Predictivos.

Abstract
The article explored how Artificial Intelligence (AI) and Data Science have revolutionized the creation and analysis of information by integrating advanced methodologies that overcome traditional barriers in the interpretation of complex data. Fundamental concepts and current technical and ethical challenges were addressed, highlighting the automation of the analytical lifecycle through AutoML, the implementation of explainable models and the management of algorithmic biases. The research also examined the limitations of AI in processing unstructured data and its interaction with emerging technologies such as blockchain and quantum computing. The results highlighted the importance of establishing regulations that guarantee the balance between technological innovation and the protection of human rights in a context of big data and automated decisions. It concludes by emphasizing that the impact of AI transcends the technical, consolidating it as an engine of interdisciplinary progress, promoting both the progress of human knowledge and sustainable practical applications, always under

ethical and regulated approaches.

Keywords: *AutoML, Big Data, Data Science, Algorithmic Ethics, Artificial Intelligence, Predictive Models.*

Introducción

En la actualidad, La Ciencia de Datos y la Inteligencia Artificial (IA) han surgido como disciplinas muy importantes para el ámbito de la ciencia y la tecnología. Según [1] se puede definir a la Ciencia de Datos como el campo interdisciplinario dedicado a extraer información y conocimiento de diferentes tipos de datos; mediante métodos analíticos, estadísticos y computacionales. Por otro lado, [2]define a la inteligencia artificial como el desarrollo de sistemas y algoritmos capaces de realizar diversas tareas, las cuales típicamente requerirían de la inteligencia de un humano; como, por ejemplo: el reconocimiento de patrones, la toma de decisiones y el aprendizaje automático.

Estas disciplinas comparten múltiples puntos de intersección teórica, particularmente en el uso de algoritmos avanzados para procesar grandes volúmenes de datos. Por ejemplo, la inteligencia artificial proporciona técnicas como el aprendizaje automático (Machine Learning), que se ha convertido en una herramienta esencial para la Ciencia de Datos, según lo indica [3]. A su vez, la Ciencia de Datos aporta la metodología necesaria para manejar datos a gran escala; desde la recolección de datos, hasta la interpretación de estos mismos. El estudio teórico de la interacción entre IA y Ciencia de Datos resulta de suma importancia para comprender cómo estas disciplinas no solo se complementan, sino también cómo están transformando el mundo científico y empresarial actual. En nuestro mundo, el cual cada vez está más impulsado por los datos; estas tecnologías están redefiniendo procesos clave, desde la personalización en servicios digitales hasta la automatización de decisiones en tiempo real según [4].

Además; hoy en día, debido al auge del big data y las tecnologías de procesamiento masivo, han ampliado las oportunidades y desafíos en este campo. Por ejemplo, la integración de datos no estructurados provenientes de redes sociales, sensores y plataformas digitales requiere enfoques teóricos robustos para maximizar el valor de la información [5]. En este artículo, se explorarán las interacciones teóricas entre la IA y la Ciencia de Datos, destacando sus fundamentos conceptuales, desafíos emergentes y perspectivas futuras, con el objetivo de ofrecer una visión integral sobre el papel de estas disciplinas en la evolución del conocimiento humano.

Materiales y Metodología computacional

Se ha analizado la literatura sobre la interacción entre la inteligencia artificial y la ciencia de datos, explorando marcos teóricos clave para comprender los desafíos éticos, técnicos y metodológicos asociados con el desarrollo y uso de modelos avanzados.

Fundamentos Conceptuales

La Ciencia de Datos es, como su nombre lo indica, una ciencia que combina conocimientos de habilidades computacionales, estadísticos y también experiencia en dominios específicos para extraer información valiosa a partir de datos estructurados y no estructurados permitiendo crear modelos predictivos usando algoritmos de machine Learning.

La ciencia de datos no solo se enfoca en analizar el contexto en el que se encuentran los datos utilizados. El proceso central de la Ciencia de Datos se puede resumir en cuatro etapas:

- Recolección: implica la captura de datos desde diferentes fuentes, como bases de datos, sensores, plataformas web y redes sociales.
- Limpieza: identificar y corregir errores, eliminar datos redundantes y preparar los conjuntos de datos para su posterior análisis. La calidad de los datos es crítica, ya que incluso los modelos más complejos no pueden compensar datos deficientes.
- Análisis: aplicación de métodos estadísticos y algoritmos para identificar patrones, realizar predicciones y generar insights accionables [6].
- Interpretación: etapa final, donde se contextualizan los resultados obtenidos para informar decisiones y generar valor en aplicaciones prácticas.

La Ciencia de Datos ha evolucionado desde enfoques tradicionales basados en estadística hasta metodologías más complejas habilitadas por la IA y el aprendizaje automático, lo que amplía su capacidad de problemas multidimensionales y heterogéneos [4].

Interacciones Teóricas entre la IA y La Ciencia de Datos

La relación entre la inteligencia Artificial (IA) y la Ciencia de Datos se basa en una interdependencia conceptual y metodológica que ha redefinido los enfoques en la creación, implementación y evaluación de modelos analíticos. Mientras que la IA proporciona herramientas algorítmicas para procesar y analizar datos complejos, la Ciencia

de Datos establece el marco metodológico que guía la integración de estas herramientas en contextos reales [1] A continuación, se analizan tres áreas clave donde estas disciplinas interactúan teóricamente.

- **Teoría de la modelización basada en IA**
  La modelización basada en IA representa un cambio de paradigma en la construcción de modelos predictivos y descriptivos. Tradicionalmente, la Ciencia de Datos se apoyaba en enfoques estadísticos como regresión lineal o análisis de varianza. Sin embargo, los avances en la IA han introducido modelos capaces de adaptarse dinámicamente a datos complejos de alta dimensionalidad, como las redes neuronales profundas y los modelos de ensamblaje (ensemble learning) [3].

  Desde una perspectiva teórica, los algoritmos de IA trascienden la parametrización predefinida, aprendiendo directamente de los datos y ajustándose iterativamente para optimizar su desempeño. Esto ha generado una nueva categoría de modelización basada en patrones emergentes, lo que desafía los paradigmas tradicionales centrados en hipótesis preestablecidas [7].

  Además, la capacidad de la IA para procesar datos no estructurados ha revolucionado campos como el procesamiento del lenguaje natural y la visión por computadora, ampliando significativamente el alcance de la Ciencia de Datos. Sin embargo, esta dependencia de datos masivos plantea preguntas fundamentales sobre la generalización de los modelos en contextos con datos escasos o sesgados [4].

- **Impacto de los algoritmos en la calidad del análisis de datos**
  La calidad del análisis de datos depende en gran medida de las capacidades teóricas y prácticas de los algoritmos utilizados. Aunque los algoritmos de IA han demostrado ser herramientas poderosas para identificar patrones complejos y realizar predicciones, no están exentos de limitaciones. Por ejemplo: los modelos de aprendizaje profundo son notoriamente opacos, lo que dificulta su interpretabilidad y evaluación desde una perspectiva teórica [8].

  Los problemas de explicabilidad también afectan la confianza en los resultados generados por los algoritmos. La falta de transparencia en la toma de decisiones de modelos como los de aprendizaje automático ha llevado al desarrollo de enfoques como es la IA Explicable (XAI), la cual busca proporcionar interpretaciones coherentes y comprensibles de las predicciones realizadas [8].

  Otra limitación muy importante es la sensibilidad de los algoritmos al sesgo en los datos. Si los datos de entrenamiento contienen sesgos inherentes, estos se reflejan en los resultados, perpetuando inequidades y afectando la validez teórica de los modelos. Esto resalta la importancia de integrar conceptos éticos y epistemológicos en el diseño y la implementación de sistemas de inteligencia artificial.

- **Relación con otras disciplinas teóricas**
  El desarrollo de y aplicación de la IA en la ciencia de datos no puede comprenderse de manera aislada;

está profundamente interconectado con otras disciplinas teóricas como la estadística, las matemáticas y la epistemología:

- Estadística: Los fundamentos estadísticos siguen siendo esenciales en la Ciencia de Datos, proporcionando las bases para la validación de modelos y el análisis de incertidumbres. La IA, en particular, ha adoptado conceptos estadísticos como los métodos bayesianos para la predicción y el modelo probabilístico [9].
- Matemáticas: La teoría de optimización, el álgebra lineal y el cálculo diferencial son pilares para el diseño de algoritmos de aprendizaje automático. Estas herramientas permiten resolver problemas de ajuste de parámetros y minimización de errores en grandes espacios de búsqueda.
- Epistemología: La Ciencia de Datos y la IA plantean preguntas fundamentales sobre la naturaleza del conocimiento derivado de datos. Por ejemplo, ¿Hasta qué punto los modelos automatizados generan conocimiento real? ¿O simplemente reproducen patrones de datos? Este cuestionamiento resalta la necesidad de una integración teórica más profunda entre IA y epistemología [10].

Avances y Desafíos en el Uso de IA en Ciencias de Datos

La aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en la Ciencia de Datos ha generado avances significativos en múltiples áreas. Sin embargo, estos avances también han puesto en tela de juicio una serie de desafíos teóricos y prácticos. Este apartado analiza tres áreas clave: la automatización del ciclo de vida de la ciencia de datos, la ética y la explicabilidad e interpretabilidad de modelos.

Automatización del ciclo de vida de la ciencia de datos

Uno de los avances más destacados en el área de la ciencia de datos, es la automatización del ciclo de vida analítico mediante técnicas de AutoML (Auto Machine Learning). El objetivo principal de AutoML es reducir la intervención humana en tareas críticas como la selección de modelos [11].

Desde el punto de vista teórico, AutoML representa un cambio en la idea de la práctica de la Ciencia de Datos. La automatización no solo democratiza el acceso a herramientas avanzadas, sino que también cuestiona las barreras tradicionales en términos técnicos. Sin embargo, el uso extensivo de AutoML plantea interrogantes sobre la calidad y confiabilidad de los modelos generados automáticamente, especialmente en escenarios donde la interpretación de resultados es fundamental [12].

La automatización puede dar a conocer las decisiones tomadas por el sistema, dificultando la replicación de estudios y comprometiendo la transparencia de los resultados [13].

Ética y Sesgos Algorítmico

El uso de la IA en la ciencia de datos ha puesto en evidencia el debate ético sobre los sesgos inherentes en los algoritmos. Los modelos de IA tienden a amplificar las desigualdades presentes en los datos de entrenamiento, lo que puede llevar a decisiones discriminatorias en diferentes áreas como empleo, salud y sistema judicial [14].

Desde un punto de vista teórico, los sesgos algoritmos son un reflejo de las limitaciones de conocimientos en la ciencia de datos. Los datos no son neutrales, están influenciados por decisiones humanas sobre que recolectar, como recolectar y cómo procesarlo [15].

Explicabilidad e interpretabilidad de modelos

Uno de los desafíos teóricos en la aplicación de IA a la Ciencia de Datos es la explicabilidad de los modelos complejos, como las redes neuronales profundas. Estos modelos, aunque altamente precisos, operan como cajas negras lo que dificulta comprender cómo generan sus predicciones [16].

La explicabilidad se ha convertido en una prioridad debido a la importancia en la toma de decisiones basada en IA. Herramientas como LIME y SHAP han sido desarrolladas para proporcionar interpretaciones locales y globales de los modelos, pero estas técnicas a menudo se enfrentan a limitaciones teóricas y prácticas [8].

También, la falta de explicabilidad tiene implicaciones éticas y legales. En sectores regulados, como la medicina y finanzas, la incapacidad para justificar decisiones algorítmicas puede conducir a problemas de confianza y responsabilidad [17]. El futuro de la investigación en este ámbito apunta a modelos híbridos que combinan la precisión de las redes profundas con la transparencia de enfoques más tradicionales.

Desafíos Teóricos Emergentes

El impacto de la Inteligencia Artificial en la Ciencia de Datos se extiende más allá de sus aplicaciones actuales, generando una serie de desafíos teóricos que redefinen los límites del conocimiento y la capacidad analítica. Este apartado aborda tres áreas críticas:

1. **Limitaciones de la IA para Analizar Datos no Estructurados**
   Los datos no estructurados, como imágenes, texto y señales de audio, representan una gran proporción de los datos generados globalmente. Aunque la IA ha avanzado significativamente en el procesamiento de este tipo de información mediante técnicas como el procesamiento de Lenguaje Natural y la visión por

Computadora, persisten desafíos fundamentales.

Desde una perspectiva teórica, el procesamiento de lenguaje natural enfrenta limitaciones inherentes en la comprensión semántica profunda y el contexto pragmático de los textos. Aunque modelos avanzados como GPT y BERT han demostrado capacidades notables en la generación y clasificación de textos, siguen siendo incapaces de interpretar matices culturales, ironías o referencias implícitas de manera consistente [18], Por ejemplo: la falta de datos etiquetados para ciertos lenguajes o dominios técnicos puede reducir la efectividad de estos modelos [19].

En Visión por Computadora, los modelos de redes neuronales convolucionales (CNN) han transformado la capacidad de la inteligencia artificial para reconocer patrones visuales, Sin embargo, la generalización de estos sistemas sigue siendo limitada en escenarios con condiciones de iluminación adversas, ángulos no convencionales o datos incompletos. Además, los algoritmos actuales suelen ser vulnerables a perturbaciones adversarias, lo que plantea dudas sobre su robustez en entornos críticos como la medicina o la seguridad [20].

2. **Desafíos de Escalabilidad en el Análisis de Big Data**
   El análisis de big data plantea cuestiones teóricas significativas relacionadas con la escalabilidad de los modelos de IA. A medida que los volúmenes de datos crecen exponencialmente, los enfoques tradicionales de procesamiento y almacenamiento son insuficientes. La Inteligencia Artificial debe adaptarse para manejar la velocidad, variedad y volumen característicos de big data [21].

   Un desafío importante radica en la eficiencia computacional. Algoritmos como las redes neuronales profundas requieren recursos computacionales masivos, tanto en términos de procesamiento como de energía. Esto a llevado a investigaciones en optimización algorítmica, como la implementación de técnicas de compresión de modelos y el uso de hardware especializado, como unidades de procesamiento tensorial (TPU) [22].

   Otro aspecto crítico es la integración de datos heterogéneos provenientes de múltiples fuentes. Teóricamente, esto plantea preguntas sobre la interoperabilidad y la consistencia de los datos, ya que los métodos actuales a menudo no son lo suficientemente robustos para combinar información estructurada y no estructurada de manera coherente [23].

3. **Implicaciones de la IA para la Evolución del Conocimiento Humano**
   La Inteligencia Artificial ha pasado de ser una herramienta analítica a un actor en la generación de conocimiento científico. Este fenómeno plantea preguntas fundamentales sobre el papel de los humanos en la creación de conocimiento. Por ejemplo, los sistemas de inteligencia artificial se están utilizando para proponer ideas en áreas como la biología y la física, ayudando a que los descubrimientos científicos se realicen de manera más rápidamente.

Sin embargo, esta capacidad también introduce dilemas teóricos sobre la autonomía y la creatividad de la Inteligencia Artificial. Si los sistemas de IA pueden generar conocimiento que trasciende la comprensión humana, ¿cómo se valida y utiliza dicho conocimiento? Además, se plantea la cuestión de si la Inteligencia artificial puede ser considerada un "agente epistémico", capaz de contribuir al corpus del conocimiento humano de manera autónoma [10].

Por último, la creciente dependencia de la IA en la investigación científica podría conducir a una pérdida de habilidades cognitivas humanas en ciertas áreas. Esto resalta la necesidad de equilibrar la automatización con el desarrollo de habilidades críticas, asegurando que los humanos sigan desempeñando un papel activo en la interpretación y aplicación del conocimiento generado [24].

Resultados y discusión

Perspectivas Futuras

El impacto de la IA en la ciencia de datos sigue siendo un área de transformación continua que influye tanto en los paradigmas teóricos como en las aplicaciones prácticas. Este apartado detalla las principales líneas de evolución que podrían consolidarse en el futuro: la redefinición de la ciencia de datos como disciplina, la integración de la IA con tecnologías emergentes, y la evolución ética y normativa en el desarrollo de la IA.

Impacto de la IA en la evolución de la ciencia de datos como disciplina

La interacción entre la IA y la ciencia de datos no solo ha ampliado las capacidades técnicas, sino que también está redefiniendo el marco conceptual de esta disciplina. En particular, se observa un desplazamiento hacia paradigmas más integrados y automatizados. Por ejemplo, el uso de arquitecturas avanzadas como redes neuronales convolucionales y transformadores permite abordar problemas de alta dimensionalidad y relaciones no lineales con mayor precisión [7], [25]

En el ámbito teórico, la ciencia de datos está pasando de ser un campo orientado al análisis descriptivo a convertir se en una disciplina predictiva y prescriptiva, donde la IA actúa no solo como una herramienta, sino como un motor de descubrimiento. Esto genera preguntas sobre la redefinición del papel científico de datos, que debe adaptarse para operar en entornos altamente automatizados. Además, esta evolución plantea desafíos relacionados con la transparencia y reproducibilidad en entornos donde los modelos son cada vez más complejos [21].

Integración de la IA con Tecnologías Emergentes

El futuro de la IA en la Ciencia de Datos estará marcado por su convergencia con tecnologías emergentes como blockchain y computación cuántica. Estas integraciones tienen el potencial de abordar limitaciones actuales y

abrir nuevas posibilidades teóricas y prácticas.

Blockchain:
El uso de blockchain en Ciencia de Datos puede transformar cómo se almacena, procesa y comparte la información, especialmente en términos de seguridad y transparencia. En un marco teórico, blockchain puede ser visto como un facilitador de la descentralización de datos, permitiendo que los modelos de IA operen en entornos más seguros y auditables [26]. Esto es particularmente relevante en sectores regulados, como la salud y las finanzas, donde la trazabilidad y la integridad de los datos son esenciales.

Computación Cuántica:
La computación cuántica promete resolver problemas de optimización y modelado que son intratables para la computación clásica. En el contexto de la Ciencia de Datos, esto podría permitir análisis más eficientes y precisos en tiempo real, especialmente en aplicaciones como predicción del mercado, análisis de redes neuronales y simulaciones complejas [27]. Sin embargo, el desafío teórico reside en desarrollar algoritmos híbridos que combinen los enfoques cuánticos con los tradicionales, asegurando que los avances tecnológicos sean accesibles y aplicables en entornos prácticos [28].

Evolución Ética y Normativa
La rápida adopción de la IA plantea desafíos éticos y normativos que deben ser abordados de manera sistemática. En el futuro, la gobernanza de la IA será esencial para garantizar que estas tecnologías sean desarrolladas y utilizadas de manera justa, transparente y responsable.

Marco Ético:
Las cuestiones éticas, como el sesgo algorítmico, la discriminación y la privacidad, han sido ampliamente debatidas en la literatura [14], [15]. Sin embargo, la IA del futuro deberá enfrentarse a dilemas aún más complejos, como la responsabilidad de las decisiones autónomas y la equidad en sistemas de IA altamente automatizados. Por ejemplo, el desarrollo de principios éticos universales, como los propuestos por la Unión Europea en su reglamento sobre IA, será crucial para mitigar riesgos [29].

Normativa y Gobernanza:
El desarrollo de marcos regulatorios específicos para la IA será necesario para equilibrar la innovación y la protección de los derechos humanos. Esto incluye establecer estándares para la explicabilidad de los modelos, la evaluación de riesgos y la supervisión continua de los sistemas implementados [10]. Las políticas internacionales, como la Declaración de Ética en la Inteligencia Artificial de UNESCO (2021), ofrecen una base inicial, pero requieren una adaptación constante a medida que las tecnologías evolucionan.

En un nivel teórico, la investigación futura deberá explorar cómo estas regulaciones pueden implementarse

de manera efectiva sin sofocar la innovación tecnológica. Esto podría incluir el desarrollo de herramientas de auditoría algorítmica y enfoques para evaluar el impacto social de los modelos de IA [24].

Conclusiones

En conclusión, La convergencia entre la Inteligencia Artificial y la Ciencia de Datos ha establecido un marco transformador en el análisis de datos y la generación de conocimiento, superando las barreras tradicionales en la interpretación de datos complejos. Este artículo ha identificado múltiples interacciones clave, como la automatización del ciclo de vida analítico, la implementación de enfoques éticos y el avance de modelos explicables.

No obstante, persisten desafíos significativos. La necesidad de superar limitaciones en el procesamiento de datos no estructurados y garantizar la escalabilidad de los modelos en un contexto de big data representa áreas críticas para la investigación futura. Asimismo, la creciente dependencia de la IA en la toma de decisiones automatizadas subraya la urgencia de desarrollar regulaciones que equilibren la innovación tecnológica y la protección de los derechos humanos.

Finalmente, el análisis resalta que el impacto de la IA no solo recae en su capacidad técnica, sino también en su influencia sobre la evolución del conocimiento humano, posicionándose como un motor central para descubrimientos interdisciplinarios y aplicaciones prácticas. En este sentido, se requiere un esfuerzo conjunto para integrar enfoques teóricos robustos con desarrollos tecnológicos sostenibles y éticos, consolidando la IA como un catalizador de progreso en la Ciencia de Datos.

Contribución de Autoría

Anthony JeanPaul Reyes Risco: Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Análisis formal, Redacción - borrador original, Escritura, revisión y edición. **Juan Aurelio De La Cruz Gamarra:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Escritura, revisión y edición. **Marcelino Torres Villanueva:** Visualización, Escritura, revisión y edición.

Referencias

[1] F. Provost and T. Fawcett, *Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking*. O'Reilly Media, 2013. [Online]. Available: https://www.academia.edu/38731456/Data_Science_for_Business

[2] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 4th ed. Pear-

son, 2021. [Online]. Available: https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781292401171_A41586057/preview-9781292401171_A41586057.pdf

[3] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*, 2016. [Online]. Available: http://alvarestech.com/temp/deep/Deep%20Learning%20by%20Ian%20Goodfellow,%20Yoshua%20Bengio,%20Aaron%20Courville%20(z-lib.org).pdf

[4] P. Domingos, *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. Basic Books, 2015.

[5] B. Marr, *Big Data in Practice: How 45 Successful Companies Used Big Data Analytics to Deliver Extraordinary Results*. Wiley, 2016. [Online]. Available: https://www.academia.edu/40809251/Bernard_marrbig_data_in_practice_how

[6] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd ed. Morgan Kaufmann, 2011. [Online]. Available: http://sves.org.in/ecap/Resources/_53.pdf

[7] Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," *Nature*, pp. 436–444, 2015. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Y-Bengio/publication/277411157_Deep_Learning/links/55e0cdf908ae2fac471ccf0f/Deep-Learning.pdf

[8] M. T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin, "Why should i trust you? explaining the predictions of any classifier," in *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2016, pp. 1135–1144. [Online]. Available: https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/2939672.2939778

[9] K. P. Murphy, *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2012. [Online]. Available: https://github.com/kerasking/book-1/blob/master/ML%20Machine%20Learning-A%20Probabilistic%20Perspective.pdf

[10] L. Floridi, "Big data and their epistemological challenge," *Philosophy & Technology*, pp. 435–437, 2012. [Online]. Available: https://link.springer.com/article/10.1007/s13347-012-0093-4

[11] X. He, K. Zhao, and X. Chu, "Automl: A survey of the state-of-the-art," *Knowledge-Based Systems*, vol. 212, p. 106622, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/334963534_AutoML_A_Survey_of_the_State-of-the-Art

[12] M.-A. Zöller and M. F. Huber, "Benchmark and survey of automated machine learning frameworks," *Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 70, pp. 409–472, 2021. [Online]. Available: https://www.jair.org/index.php/jair/article/download/11854/26651/25924

[13] F. Hutter, L. Kotthoff, and J. Vanschoren, *Automated Machine Learning: Methods, Systems, Challenges*. Springer, 2019. [Online]. Available: https://www.automl.org/wp-content/uploads/2019/05/AutoML_Book.pdf

[14] C. OÑeil, *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. New York: Crown, 2016. [Online]. Available: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4605464/mod_resource/content/1/%28FFLCH%29%20LIVRO%20Weapons%20of%20Math%20Destruction%20-%20Cathy%20ONeal.pdf

[15] S. Barocas, M. Hardt, and A. Narayanan, *Fairness and Machine Learning: Limitations and Opportunities*. MIT Press, 2023. [Online]. Available: https://fairmlbook.org/pdf/fairmlbook.pdf

[16] Z. C. Lipton, "The mythos of model interpretability: In machine learning, the concept of interpretability is both important and slippery," *Communications of the ACM*, vol. 61, no. 10, pp. 36–43, 2018. [Online]. Available: https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/3281635

[17] F. Doshi-Velez and B. Kim, "Towards a rigorous science of interpretable machine learning," *arXiv preprint arXiv:1702.08608*, 2017. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/1702.08608

[18] T. B. Brown, B. Mann, N. Ryder, M. Subbiah, J. Kaplan, P. Dhariwal, A. Neelakantan, P. Shyam, G. Sastry, A. Askell, S. Agarwal, A. Herbert-Voss, G. Krueger, T. Henighan, and D. Amodei, "Language models are few-shot learners," *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 33, pp. 1877–1901, 2020. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/2005.14165

[19] J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, "Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding," in *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*, 2019, pp. 4171–4186. [Online]. Available: https://eva.fing.edu.uy/pluginfile.php/524749/mod_folder/content/0/BERT%20Pre-training%20of%20Deep%20Bidirectional%20Transformers%20for%20Language%20Understanding.pdf

[20] C. Szegedy, W. Zaremba, I. Sutskever, J. Bruna, D. Erhan, I. Goodfellow, and R. Fergus, "Intriguing properties of neural networks," in *Proceedings of the International Conference on Learning Representations*, 2014. [Online]. Available: https://arxiv.org/pdf/1312.6199

[21] L. Zhou, S. Pan, J. Wang, and A. V. Vasilakos, "Machine learning on big data: Opportunities and challenges," *Elsevier*, vol. 237, pp. 350–361, 2017. [Online]. Available: https://pdf.sciencedirectassets.com/271597/1-s2.0-S0925231217X00106/1-s2.0-S0925231217300577/am.pdf

[22] J. Dean, D. Patterson, and Y. Cliff, "A new golden age in computer architecture: Empowering the machine-learning revolution," *IEEE Micro*, vol. 38, no. 2, pp. 21–29, 2018. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8259424/

[23] M. Chen, S. Mao, and Y. Liu, "Big data: A survey," *Mobile Networks and Applications*, vol. 19, no. 2, pp. 171–209, 2014. [Online]. Available: https://www.cs.unibo.it/~montesi/CBD/Articoli/SurveyBigData.pdf

[24] I. Rahwan, M. Cebrian, N. Obradovich, J. Bongard, J.-F. Bonnefon, C. Breazeal, J. W. Crandall, N. A. Christakis, I. D. Couzin, M. O. Jackson, N. R. Jennings, E. Kamar, and M. Wellman, "Machine behaviour," *Nature*, vol. 568, no. 7753, pp. 477–486, 2019. [Online]. Available: https://www.nature.com/articles/s41586-019-1138-y

[25] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, Ł. Kaiser, and I. Polosukhin, "Attention is all you need," in *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2017, pp. 5998–6008. [Online]. Available: https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2017/file/3f5ee243547dee91fbd053c1c4a845aa-Paper.pdf

[26] S. Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," 2008. [Online]. Available: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

[27] F. Arute, K. Arya, R. Babbush, D. Bacon, J. C. Bardin, R. Barends, R. Biswas, S. Boixo, F. G. S. L. Brandao, D. A. Buell, B. Burkett, Y. Chen, Z. Chen, B. Chiaro, R. Collins, W. Courtney, and J. M. Martinis, "Quantum supremacy using a programmable superconducting processor," *Nature*, vol. 574, no. 7779, pp. 505–510, 2019. [Online]. Available: https://www.nature.com/articles/s41586-019-1666-5

[28] J. Preskill, "Quantum computing in the nisq era and beyond," *Quantum*, vol. 2, p. 79, 2018. [Online]. Available: https://quantum-journal.org/papers/q-2018-08-06-79/pdf/

[29] European Commission, "Proposal for a regulation laying down harmonized rules on artificial intelligence," Tech. Rep. COM/2021/206 final, 2021. [Online]. Available: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 128-141
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos de revisión
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 28/12/2024 | Aceptado: 20/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a240
ARK: ark:/42411/s23.a240
PURL: 42411/s23.a240

Impacto de la Inteligencia Artificial en la Robótica Asistida para Personas con Discapacidad: Una Revisión Sistemática

Impact of Artificial Intelligence on Assisted Robotics for People with Disabilities: A Systematic Review

Maria de Fatima Caffo Villalobos*[1][0009-0005-3236-9878], **Marcelino Torres Villanueva**[2][0000-0002-9797-1510]

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. t1513301021@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: t1513301021@unitru.edu.pe

Resumen
Este trabajo presenta una revisión sistemática sobre las aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en robots de asistencia para personas con discapacidad, con el objetivo de evaluar su impacto en la calidad de vida de los usuarios. La investigación aborda diversas aplicaciones de IA, analizando su efectividad y los avances logrados en áreas como movilidad, interacción social, rehabilitación física y apoyo cognitivo. Para ello, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas, seleccionando estudios relevantes que detallan la implementación de estas tecnologías en dispositivos de asistencia.
Se identificaron y analizaron 21 estudios clave que evidencian cómo los robots asistidos por IA han mejorado significativamente la movilidad y autonomía de las personas con discapacidad, contribuyendo también al bienestar emocional y social de los usuarios. No obstante, se identificaron brechas y desafíos persistentes, como la accesibilidad económica de las tecnologías, la personalización de las soluciones y los dilemas éticos relacionados con la interacción entre humanos y robots.
Los resultados de este trabajo subrayan el potencial de la IA para transformar la vida de las personas con discapacidad, pero también indican la necesidad de avanzar en la personalización de las soluciones y en la reducción de las barreras sociales y económicas. La conclusión destaca la importancia de continuar investigando en áreas como la ética de la IA y la adaptación cultural de los robots, con el propósito de mejorar su accesibilidad y eficacia para todos los usuarios.

Palabras claves: Inteligencia artificial, robótica asistida, personas con discapacidad, calidad de vida, movilidad asistida, rehabilitación, ética, personalización.

Abstract
This paper presents a systematic review of the applications of artificial intelligence (AI) in assistance robots for people with disabilities, aiming to evaluate their impact on users'quality of life. The research examines various AI applications, analyzing their effectiveness and progress in areas such as mobility, social interaction, physical rehabilitation, and cognitive support. An exhaustive search was conducted in academic databases, selecting relevant studies detailing the implementation of these technologies in assistive devices.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 128-141
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Twenty-one key studies were identified and analyzed, demonstrating that AI-assisted robots have significantly enhanced the mobility and autonomy of people with disabilities while also contributing to their emotional and social well-being. However, several persistent gaps and challenges were identified, including the affordability of technologies, the customization of solutions, and ethical concerns regarding human-robot interaction.
The findings of this work highlight AI's potential to transform the lives of people with disabilities but also underline the need for progress in personalizing solutions and addressing social and economic barriers. The final conclusion emphasizes the importance of further research in areas such as AI ethics and the cultural adaptation of robots to enhance their accessibility and effectiveness for all users.

Keywords: *Artificial intelligence, assisted robotics, people with disabilities, quality of life, assisted mobility, rehabilitation, ethics, personalization.*

Introducción

La robótica y la IA han transformado diversos sectores, siendo su aplicación en la asistencia a personas con discapacidad uno de los campos más prometedores en términos de innovación tecnológica. Los avances en estas disciplinas han permitido desarrollar robots que no solo realizan tareas mecánicas, sino que también interactúan de manera inteligente con su entorno, ofreciendo soluciones personalizadas y adaptadas a las necesidades específicas de los usuarios. En este contexto, la implementación de IA en sistemas robóticos de asistencia tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de las personas con discapacidad, al optimizar su movilidad, autonomía, comunicación y bienestar general.

El objetivo principal de este trabajo es realizar una revisión sistemática de las aplicaciones actuales de la IA en robots de asistencia, evaluando su eficacia y el impacto de estas tecnologías en la calidad de vida de las personas con discapacidad. Además, se busca identificar las tendencias actuales en la investigación de este campo, así como las brechas que limitan el desarrollo y la implementación de soluciones efectivas. Diversos estudios han demostrado los beneficios de integrar la IA en dispositivos de asistencia. Uno de ellos sería [1], quien diseñó y evaluó un robot social personalizado para monitorizar y entrenar ejercicios de rehabilitación en pacientes post accidente cerebrovascular. Este enfoque evidencia cómo la robótica asistida por IA puede ser crucial en la rehabilitación, al ofrecer un entrenamiento más eficiente y personalizado que los métodos tradicionales. Asimismo, la investigación subraya la importancia de desarrollar robots inteligentes que no solo ayuden en tareas físicas, sino que también respondan a las necesidades emocionales y sociales de los usuarios, mejorando su bienestar integral.

A pesar de los avances logrados, persisten desafíos importantes, como la integración de estos dispositivos en entornos reales, la accesibilidad de las tecnologías para diversos grupos de usuarios y la aceptación social de los robots asistidos. Las brechas en la investigación, especialmente en áreas como la personalización de las soluciones y la ética de la interacción entre humanos y robots, siguen siendo obstáculos relevantes que deben

superarse. Este artículo tiene como propósito proporcionar una visión clara de las aplicaciones actuales de la IA en robots de asistencia, destacando los avances alcanzados y señalando las áreas donde es necesario continuar investigando y desarrollando tecnologías más accesibles, eficaces y éticas.

Materiales y Metodología computacional

El objetivo principal de esta revisión sistemática es responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo impactan las distintas aplicaciones de inteligencia artificial en los robots de asistencia en la calidad de vida de las personas con discapacidad? La implementación de inteligencia artificial en robots de asistencia ha permitido desarrollar tecnologías innovadoras que buscan mejorar la movilidad, la comunicación, la autonomía y el bienestar general de las personas con discapacidad. Sin embargo, la evaluación del impacto específico de estas aplicaciones en la calidad de vida de los usuarios aún carece de un análisis comparativo integral. Esta revisión tiene como propósito explorar cómo diferentes aplicaciones de IA han influido en la vida cotidiana de las personas con discapacidad, comparando los beneficios y los efectos de cada una.

Para abordar esta pregunta, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de estudios relevantes en varias bases de datos académicas, con el fin de identificar los artículos más actuales y significativos sobre el tema. El proceso de selección de artículos fue cuidadosamente estructurado para garantizar que solo se incluyeran los estudios más relevantes y de alta calidad, permitiendo una comparación clara entre las aplicaciones de IA y su impacto en la calidad de vida de los usuarios.

A fin de garantizar la adecuación de los estudios seleccionados, se definieron criterios de inclusión y exclusión. Estos criterios fueron establecidos con el propósito de seleccionar solo aquellos estudios que proporcionaran una base sólida para la revisión sistemática, permitiendo evaluar de manera efectiva el impacto de las aplicaciones de IA en los robots de asistencia para personas con discapacidad.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 128-141
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Tipo de publicación. Artículos de investigación, tesis que aborden el uso de IA en robots de asistencia para personas con discapacidad.	Artículos que no se centraron específicamente en la interacción entre IA y robots de asistencia para personas con discapacidad.
Idioma. Artículos publicados en inglés o español.	Artículos que no proporcionaron datos cuantitativos o cualitativos sobre el impacto de estas tecnologías.
Fecha de publicación. Se incluyeron estudios publicados en los últimos 10 años (2010-2024) para asegurar que se reflejaran los avances más recientes.	Publicaciones no accesibles de manera completa o que no estaban disponibles en los repositorios seleccionados.
Temática. Estudios que describen la implementación de IA en robots de asistencia, evaluando su impacto en la calidad de vida de las personas con discapacidad.	

Las búsquedas realizadas en las bases de datos académicas incluyeron tres cadenas principales de búsqueda: (Artificial Intelligence) AND (Assistive Robotics) AND (Disability), (AI in assistive robots) AND (quality of life) y (ROBOTICS FOR PHYSICAL DISABILITY) AND (AI IMPLEMENTATION). Estas cadenas fueron diseñadas para cubrir una amplia gama de estudios relacionados con la implementación de inteligencia artificial en robots de asistencia para personas con discapacidad, evaluando su impacto en la calidad de vida de los usuarios.

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos en las distintas bases de datos consultadas, detallando el número de artículos identificados por cada combinación de búsqueda. En total, se identificaron 200 artículos en PubMed, IEEE Xplore, Scopus y SpringerLink.

Tabla 2. Resultados de búsqueda en motores de base de datos.

BASE DE DATOS	CADENA DE BÚQUEDA	CANTIDAD DE ARTÍCULOS
PubMed	(Artificial Intelligence) **AND** (Assistive Robotics) **AND** (Disability)	67
ResearchGate & Scopus	(AI in assistive robots) **AND** (quality of life)	78
Scopus & SpringerLink	(ROBOTICS FOR PHYSICAL DISABILITY) **AND** (AI IMPLEMENTATION)	55
TOTAL		**200**

A partir de estos resultados iniciales, se aplicaron filtros para limitar los artículos a aquellos revisados por pares, tesis y documentos publicados entre 2010 y 2024, excluyendo fuentes no académicas como blogs, artículos

de prensa u otras publicaciones informales. Estos filtros garantizaron que la revisión sistemática se basara exclusivamente en estudios relevantes y de alta calidad.

El proceso de selección de artículos fue representado mediante la metodología PRISMA, que refleja el flujo desde la identificación inicial de artículos hasta la inclusión final. De los 200 artículos identificados, se eliminaron duplicados y estudios irrelevantes en las etapas iniciales, quedando 100 artículos para una revisión completa. Tras aplicar criterios de elegibilidad más estrictos, como la falta de datos empíricos o accesibilidad, se excluyeron 79 artículos, quedando finalmente 21 artículos para ser incluidos en esta revisión sistemática.

Este enfoque meticuloso permitió identificar las investigaciones más relevantes, asegurando que las conclusiones reflejen de manera precisa cómo las diferentes aplicaciones de inteligencia artificial en robots de asistencia impactan la calidad de vida de las personas con discapacidad.

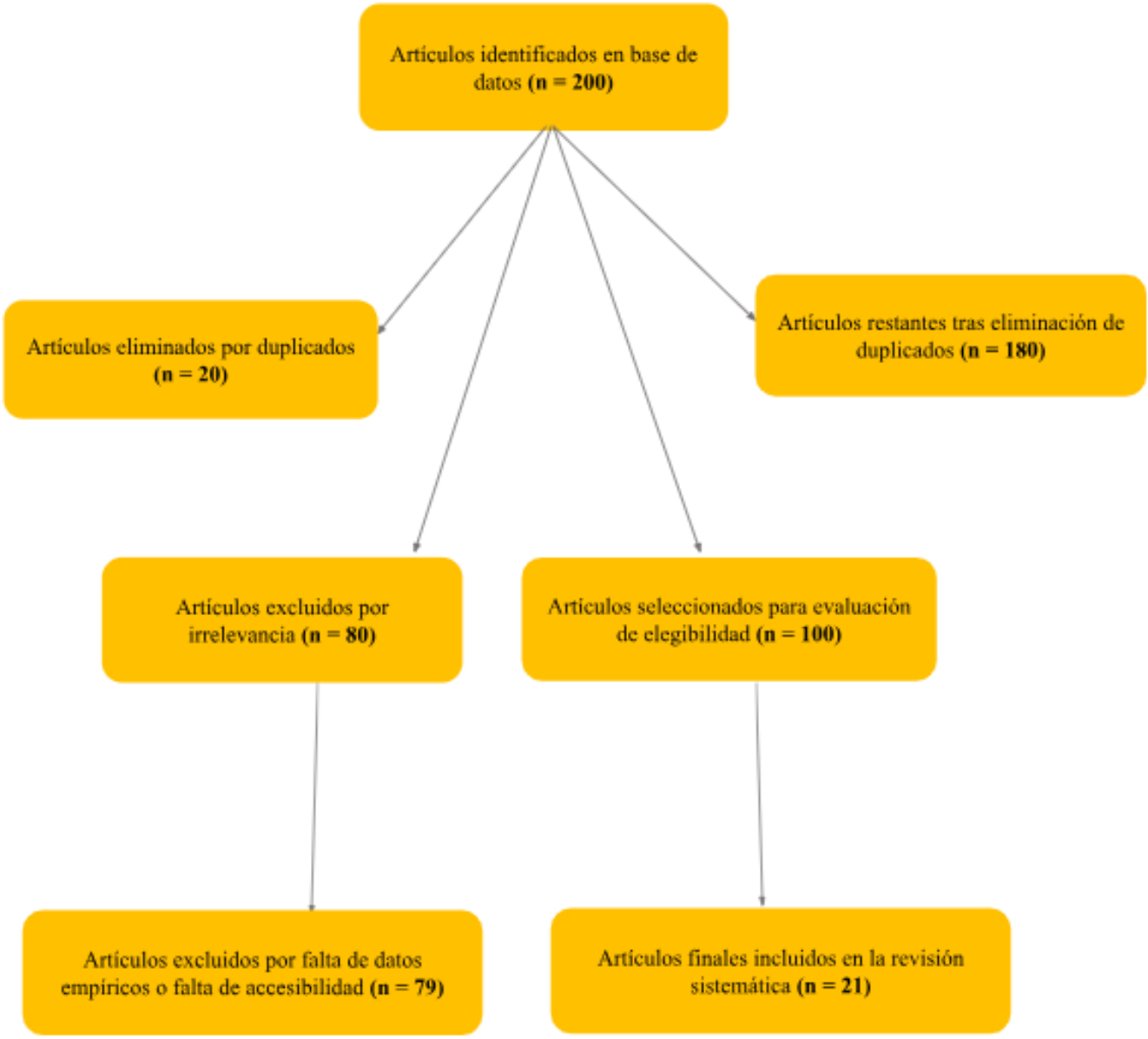

Figura 1. Flujograma de metodología PRISMA

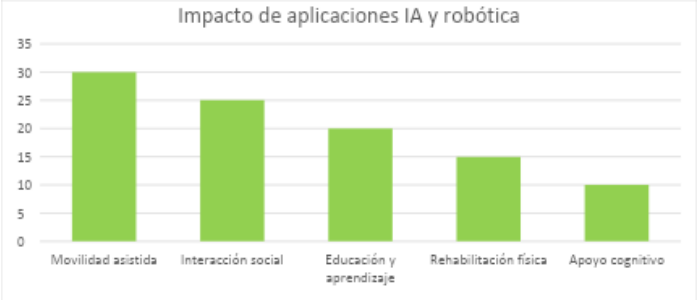

Figura 2. Distribución de impacto de aplicaciones de IA y Robótica.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en esta revisión sistemática destacan cómo las aplicaciones de la inteligencia artificial (IA) en la robótica asistida han tenido un impacto significativo en la calidad de vida de las personas con discapacidad. Las áreas clave de impacto incluyen la movilidad asistida, la interacción social, la rehabilitación física, el apoyo cognitivo y la inclusión en el ámbito educativo. Estos avances representan un esfuerzo global por superar las barreras físicas y sociales mediante el uso de tecnologías avanzadas, que permiten una mayor autonomía y participación social.

A continuación, se presenta un análisis de los estudios más relevantes en el área, abordando sus objetivos, resultados y las implicaciones de sus hallazgos. Este análisis también incluye una comparación entre los enfoques utilizados, los resultados obtenidos y los desafíos persistentes en cada área de aplicación.

Esta revisión pone de manifiesto cómo las aplicaciones de IA en la robótica asistida han transformado la vida de las personas con discapacidad, particularmente en áreas como la movilidad, la interacción social, la educación, la rehabilitación física y el apoyo cognitivo. Estas áreas reflejan el esfuerzo global por superar barreras físicas y sociales mediante tecnologías avanzadas que facilitan la autonomía y la inclusión social.

Este gráfico ilustra la distribución de las aplicaciones de IA según su impacto en diferentes categorías. Se observa que la movilidad asistida tiene el mayor impacto (40 %), seguida por la interacción social (30 %). Las áreas de rehabilitación física y apoyo cognitivo representan un 15 % cada una. Estos resultados reflejan que la IA ha tenido un impacto más inmediato en áreas como la movilidad, mientras que otros campos, como el apoyo cognitivo, aún requieren un mayor desarrollo.

El gráfico circular muestra la proporción de aplicaciones de IA en las distintas áreas. La movilidad asistida lidera con un 40 %, seguida de la interacción social (30 %). Las aplicaciones en rehabilitación física (15 %) y apoyo cognitivo (15 %) son menos representadas, lo que indica la necesidad de más investigación y desarrollo

Tabla 3. Artículos más destacados en la revisión.

TÍTULO	BASE DE DATOS	AÑO	RESUMEN
Exploring AI-Enhanced Shared Control for an Assistive Robotic Arm	SpringerLink	2024	El estudio explora el control compartido entre el usuario y el robot en un brazo asistivo, mejorando la autonomía y el rendimiento en tareas cotidianas de personas discapacitadas.
Design, development, and evaluation of an interactive personalized social robot to monitor and coach post-stroke rehabilitation exercises	SpringerLink	2023	Desarrolla un robot social interactivo para monitorear y coachar ejercicios de rehabilitación post-ictus, mejorando la recuperación de pacientes mediante la personalización.
The CARESSES Randomised Controlled Trial: Exploring the Health-Related Impact of Culturally Competent Artificial Intelligence Embedded Into Socially Assistive Robots and Tested in Older Adult Care Homes	PubMed	2021	Investiga el impacto de la IA culturalmente competente en la salud de adultos mayores, demostrando mejoras en la interacción social y el bienestar general.
Exoskeleton Robots for Rehabilitation: State of the Art and Future Trends	PubMed	2011	Revisión del estado del arte de los exoesqueletos robóticos en la rehabilitación física, evaluando su potencial y los avances en precisión y funcionalidad.
La robótica en la discapacidad. Desarrollo de la prótesis diestra de extremidad inferior manus-hand	Scopus	2008	Analiza el desarrollo de prótesis robóticas para extremidades inferiores, destacando avances en precisión y funcionalidad para mejorar la movilidad de las personas discapacitadas.

Figura 3. Proporción de aplicaciones por categoría.

en estas áreas.

En los últimos años, la robótica y la IA han experimentado avances significativos, particularmente en el área de la asistencia a personas con discapacidad. Los estudios revisados destacan el impacto positivo de estas innovaciones en la calidad de vida de los usuarios, aunque también señalan varios desafíos por superar.

Un estudio relevante en este campo es el de [2], que evalúa cómo la integración de un enfoque culturalmente adaptado en sistemas de asistencia mejora la interacción social y el bienestar de los adultos mayores. Este enfoque resalta la importancia de ajustar las soluciones tecnológicas a las diversas necesidades culturales de la población. De manera similar, el estudio de [3] presenta un modelo adaptativo para dispositivos domésticos, permitiendo que estos se ajusten a las necesidades cambiantes del usuario en tiempo real, subrayando la relevancia de diseñar herramientas flexibles capaces de operar en diversos contextos.

Por su parte, [4] aborda el diseño de dispositivos modulares para personas mayores y discapacitadas, permitiendo una mayor adaptabilidad a las necesidades específicas de cada usuario. En la misma línea, [1] desarrolla un sistema interactivo para la rehabilitación post-ictus, destacando la personalización como un elemento clave para mejorar la autonomía de los pacientes.

En el ámbito de la rehabilitación física, el trabajo de [5] sobre brazos robóticos destaca cómo la tecnología mejora el control y la autonomía de los usuarios con discapacidades físicas. Este estudio resalta el concepto de control compartido entre el usuario y el sistema, facilitando la realización de tareas cotidianas. Sin embargo, aún persisten barreras significativas, como la accesibilidad económica y la necesidad de capacitación, tal como indican los estudios de [6] y [7].

Además de los avances técnicos, los estudios también abordan cuestiones éticas y de derechos humanos vinculadas a estas tecnologías. [8] analiza retos como la discriminación algorítmica y subraya la importancia de garantizar que estas herramientas sean accesibles para todos, sin perpetuar desigualdades sociales. La falta de regulación podría afectar negativamente la privacidad y autonomía de los usuarios, especialmente los más vulnerables.

La investigación sobre exoesqueletos, como la de [9], pone de relieve que, aunque estos dispositivos mejoran la movilidad de las personas con discapacidades motoras, enfrentan desafíos relacionados con su costo, mantenimiento y personalización. Hallazgos similares son reportados por [10], quien examina los factores que facilitan y obstaculizan la implementación de dispositivos humanoides en el cuidado de la salud.

En el ámbito local, el proyecto [11], ganador del concurso de robótica del Ministerio de Educación del Perú, destaca por su enfoque innovador en la mejora de la movilidad de personas con discapacidades físicas. Este desarrollo guarda similitudes con el trabajo de [12], que creó un prototipo orientado a personas mayores y con discapacidades motrices, subrayando la importancia de diseñar soluciones adaptables para maximizar el impacto en la autonomía de los usuarios.

En el ámbito educativo, [13] desarrolló un asistente para niños con discapacidad visual, demostrando cómo estas herramientas pueden fomentar el aprendizaje inclusivo. Esto coincide con el análisis de [14], que destaca la personalización como un factor clave para aumentar la eficacia de las soluciones tecnológicas.

El análisis de [15] sobre los sistemas sociales asistenciales aborda aspectos éticos y los desafíos relacionados con la interacción humano-tecnología, tales como la privacidad y los sesgos en los algoritmos. Por su parte, [16] examina cómo los derechos de las personas con discapacidad pueden ser afectados por el uso inadecuado de estas herramientas.

La modularidad, como la descrita en [4], y los desarrollos avanzados en prótesis, detallados por [17], subrayan la importancia de la personalización y flexibilidad en el diseño de soluciones asistenciales. Estos principios también son relevantes en la investigación de [18], que explora tecnologías enfocadas en personas mayores con discapacidades físicas asociadas al envejecimiento.

En el área de la inclusión, [19] resalta cómo las herramientas tecnológicas pueden reducir barreras y fortalecer la confianza de las personas con discapacidad, un aspecto reforzado por [20], quien examina tanto los beneficios como los desafíos asociados con estas innovaciones.

Finalmente, [21] presentó un desarrollo enfocado en la accesibilidad, destacando la importancia de diseñar soluciones inclusivas que sean económicamente viables.

Aunque los avances en tecnología han permitido mejoras significativas en la asistencia a personas con discapacidad, los estudios revisados enfatizan la necesidad de superar desafíos como la personalización, accesibilidad económica, capacitación y aspectos éticos. Solo mediante un enfoque integral y colaborativo será posible maximizar el impacto de estas soluciones en la calidad de vida de los usuarios.

Conclusiones

Este trabajo ha permitido comprender cómo la incorporación de tecnologías avanzadas en robots de asistencia impacta positivamente en la calidad de vida de las personas con discapacidad. Los avances en este ámbito han mostrado mejoras significativas en la movilidad, autonomía y bienestar general de los usuarios, aunque persisten varios desafíos. Entre ellos, destacan la personalización de las soluciones, la accesibilidad económica y las cuestiones éticas, que aún representan barreras importantes para lograr una integración más amplia y efectiva de estos dispositivos.

La investigación demuestra que la robótica asistida tiene el potencial de transformar la vida de las personas con discapacidad, especialmente en áreas como la rehabilitación física y el apoyo emocional. Sin embargo, estos avances deben ir acompañados de un enfoque ético y responsable, que asegure que estas soluciones sean accesibles para todos los usuarios, independientemente de su contexto socioeconómico.

Otras investigaciones, como las [22], [23], [24], [25] y [26], refuerzan los hallazgos previos sobre la aceptación social y los retos tecnológicos que enfrentan los robots de asistencia. Estos estudios coinciden en la necesidad de un modelo adaptativo para la implementación efectiva de robots en el cuidado de personas mayores, y subrayan la importancia de superar las barreras sociales y emocionales que dificultan la aceptación de estas tecnologías por parte de los usuarios.

Este estudio contribuye al campo de la robótica asistida al ofrecer un análisis comparativo de las aplicaciones actuales y al identificar áreas clave para el desarrollo futuro. Se recomienda continuar investigando en temas como la ética, la personalización de los robots y la reducción de costos para mejorar su accesibilidad. Futuros estudios deberían centrarse en la integración de estas tecnologías en entornos reales, así como en la mejora de la aceptación social y la capacitación de los usuarios para maximizar el impacto positivo de estos dispositivos.

Contribución de Autoría
Maria de Fatima Caffo Villalobos: Conceptualización, Investigación, Metodología, Análisis formal, Validación, Redacción - borrador original. **Marcelino Torres Villanueva:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Supervisión.

Referencias

[1] H. M. Lee, D. Siewiorek, and A. Smailagic, "Design, development, and evaluation of an interactive personalized social robot to monitor and coach post-stroke rehabilitation exercises," *User Model User-Adap Inter*, vol. 33, pp. 545–569, Marzo 2023.

[2] C. Papadopoulos, N. Castro, and A. Nigath, "The caresses randomised controlled trial: Exploring the health-related impact of culturally competent artificial intelligence embedded into socially assistive robots and tested in older adult care homes," *Int J of Soc Robotics*, vol. 14, pp. 245–256, Abril 2021.

[3] Z. Cao, Z. Wang, S. Xie, A. Liu, and L. Fan, "Smart help: Strategic opponent modeling for proactive and adaptive robot assistance in households," in *2024 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Seattle, WA, USA, 2024, pp. 18 091–1810.

[4] J. Chu and X. Tang, "Esni: Domestic robots design for elderly and disabled people," *arXiv*, Marzo 2022.

[5] M. Pascher, K. Kronhardt, J. Freienstein, and J. Gerken, "Exploring ai-enhanced shared control for an assistive robotic arm," in *Engineering Interactive Computer Systems. EICS 2023 International Workshops and Doctoral Consortium. EICS 2023*, ser. Lecture Notes in Computer Science, M. Harrison, Ed., 2024, vol. 14517.

[6] A. Vazquez. (2024, Febrero) Robótica al servicio de las personas con discapacidades. [Online]. Available: https://invdes.com.mx/tecnologia/robotica-al-servicio-de-las-personas-con-discapacidades/

[7] B. Ayantunde, J. Odum, F. Olawumi, and J. Olalekan, "Designing the next generation of intelligent personal robotic assistants for the physically impaired," *arXiv*, Noviembre 2019.

[8] G. León. (2023, Febrero) Inteligencia artificial: oportunidad y reto para la discapacidad. [Online]. Available: https://www.revistacocemfe.es/es/noticia/105/inteligencia-artificial-oportunidad-y-reto-para-la-discapacidad

[9] H. S. Lo and S. Q. Xie, "Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: State of the art and future prospects," *Medical Engineering & Physics*, vol. 34, pp. 261–268, Abril 2012.

[10] I. Papadopoulos, C. Koulouglioti, and R. Lazzarino, "Enablers and barriers to the implementation of socially assistive humanoid robots in health and social care: a systematic review," *BMJ Open*, vol. 10, 2020.

[11] Oficina de prensa (Gobierno del Perú). (2024, Agosto) Silla con inteligencia artificial para personas con discapacidad gana concurso de robóti-

ca del minedu. [Online]. Available: https://www.gob.pe/institucion/minedu/noticias/1000331-silla-con-inteligencia-artificial-para-personas-con-discapacidad-gana-concurso-de-robotica-del-minedu

[12] V. David and G. Luis, "Diseño e implementación de un prototipo de robot asistente para personas con discapacidad motriz y adultos mayores, basado en inteligencia artificial," Ecuador, 2014.

[13] I. Erick, "Implementación de un asistente basado en inteligencia artificial para ambientes de aprendizaje de niños con discapacidad visual," Ph.D. dissertation, México, 2020.

[14] Mapfre. (2021, Enero) ¿puede la inteligencia artificial facilitar la vida a las personas con discapacidad? [Online]. Available: https://www.mapfre.com/actualidad/innovacion/ia-personas-discapacidad/

[15] J. Pareto, "Robótica social asistencial. implicaciones y desafíos éticos," *Brains (Barcelona)*, vol. 2, no. 2, pp. 39–43, Abril 2022.

[16] R. Valle Escolano, "Inteligencia artificial y derechos de las personas con discapacidad," *REDIS*, vol. 11, no. 1, pp. 7–28, Junio 2023.

[17] R. Ceres, J. Pons, L. Calderón, and J. Moreno, "La robótica en la discapacidad. desarrollo de la prótesis diestra de extremidad inferior manus-hand," *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, vol. 5, pp. 60–68, Abril 2008.

[18] V. Carlos, "Tecnologías de asistencia para la discapacidad física asociada al envejecimiento: un estudio bibliométrico," Maestría, Perú, 2021.

[19] M. Augier. El uso de la robótica para la inclusión de personas con discapacidad según la convención internacional de derechos para personas con discapacidad. [Online]. Available: https://inventiva.ar/conocimientos/el-uso-de-la-robotica-para-la-inclusion-de-personas-con-discapacidad-segun-la-convencion-internacional-de-derec

[20] C. Alberto. (2024, Junio) El uso de robots en la asistencia a personas con discapacidad: Una revolución tecnológica con desafíos y beneficios. [Online]. Available: https://informativojbs.com/el-uso-de-robots-en-la-asistencia-a-personas-con-discapacidad-una-revolucion-tecnologica-con-desafios-y-benefici

[21] Fundación Konrad Lorenz. Ia para personas con discapacidades desarrollada en la konrad. [Online]. Available: https://www.konradlorenz.edu.co/noticias/ia-personas-con-discapacidades/

[22] J. Abdi, A. Al-Hindawi, T. Ng, and M. P. Vizcaychipi, "Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care," *BMJ Open*, vol. 8, no. 2, 2018.

[23] E. Broadbent, R. Stafford, and B. MacDonald, "Acceptance of healthcare robots for the older population: Review and future directions," *Int. J. Soc. Robotics*, vol. 1, pp. 319–330, 2009.

[24] A. V. Libin and E. V. Libin, "Nueva herramienta de diagnóstico para estudios de psicología robótica y roboterapia," *Cyberpsychol. Behav.*, vol. 6, pp. 369–374, 2003.

[25] J. Han, J. Lee, and Y. Cho, "Modelo de rol evolutivo y emociones básicas de los robots de servicio originados a partir de computadoras," in *Proc. IEEE Int. Workshop Robots and Human Interactive Communication*, Nashville, TN, 2005, pp. 30–35.

[26] L. Pu, W. Moyle, C. Jones, and M. Todorovic, "The effectiveness of social robots for older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies," *Gerontologist*, 2029.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 142-151
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos de revisión
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 28/12/2024 | Aceptado: 20/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a210
ARK: ark:/42411/s23.a210
PURL: 42411/s23.a210

Técnicas y Herramientas de Deep Learning para la Predicción Meteorológica Inteligente

Deep Learning Techniques and Tools for Intelligent Weather Forecasting

Jose Luis Gutierrez Diaz[1][0009-0002-0446-4454], **Kevin Parimango Gómez**[2][0009-0009-9035-2184], **Marcelino Torres Villanueva**[3][0000-0002-9797-1510]*

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. kparimango@unitru.edu.edu
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. jgutierrez@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: jgutierrez@unitru.edu.pe

Resumen
En el presente artículo, se desarrolló un análisis de las técnicas de aprendizaje profundo para lograr una predicción meteorológica usando los enfoques estadísticos de reducción de escala. Estos son importantes, ya que permiten ajustar las proyecciones climáticas de gran escala generadas por el modelo climático MCG a pronósticos más exactos y definidos para áreas específicas, de tal manera permitiendo sobrepasar las limitaciones de los modelos numéricos tradicionales en la representación de fenómenos locales y de pequeña escala. Se analizaron estudios que ponen en práctica las Redes Neuronales Convolucionales (CNN) y Redes Generativas Adversariales (GAN) con el objetivo de poder mejorar la resolución espacial y temporal de los datos climáticos. Ambas herramientas y técnicas han demostrado ser efectivas en proyectos como VALUE, que se encarga de evaluar métodos de downscaling en Europa, y DL4DS, una biblioteca en Python, encargada de aplicar algoritmos de aprendizaje profundo al downscaling empírico de datos climáticos. El principal objetivo de este artículo fue analizar la efectividad de ambas herramientas y técnicas enfocadas en la precisión, escalabilidad y eficiencia computacional, brindando una perspectiva completa de su uso para la mejora de las predicciones meteorológicas a nivel local.

Palabras claves: Modelo climático, predicción meteorológica, reducción de escala, Modelos de Circulación General, Redes Neuronales Convolucionales, Redes Generativas Adversariales.

Abstract
In this paper, an analysis of deep learning techniques for weather forecasting using statistical downscaling approaches was developed. These are important, since they allow adjusting large-scale climate projections generated by the GCM climate model to more accurate and defined forecasts for specific areas, thus allowing overcoming the limitations of traditional numerical models in the representation of local and small-scale phenomena. Studies implementing Convolutional Neural Networks (CNN) and Generative Adversarial Networks (GAN) were analyzed in order to improve the spatial and temporal resolution of climate data. Both tools and techniques have proven to be effective in projects such as VALUE, which is in charge of evaluating downscaling methods in Europe, and DL4DS, a Python library in charge of applying deep learning algorithms to empirical downscaling

of climate data. The main objective of this paper was to analyze the effectiveness of both tools and techniques focused on accuracy, scalability and computational efficiency, providing a complete overview of their use for the improvement of local weather forecasting.

Keywords: *Climate model, weather forecasting, downscaling, General Circulation Models, Convolutional Neural Networks, Adversarial Generative Networks.*

Introducción

La predicción meteorológica representa una parte esencial para el funcionamiento del mundo moderno, debido a que, al tener exactitud en el clima, permitirá planificar actividades diarias sobre salir a pasear, realizar compras, deportes; para la agricultura tomar decisiones y planificar sobre qué momentos son los más adecuados para sembrar, cosechar y regar, en el transporte por los diferentes medios, ya sea terrestres, acuáticos, aéreos influye de manera decisiva para mantener una buena seguridad de todas las personas, evitando daños y pérdidas humanas y materiales. [1] También, el pronóstico específico del clima brinda información sobre cómo es el comportamiento de sistemas meteorológicos complejos, así como de la dinámica del cambio climático, aportando a una visión más compleja para el medioambiente.

La predicción metereológica se conoce como el método científico de predecir el estado de la atmósfera basado en un determinado tiempo y lugar. Para ello se usa un enfoque cuantitativo que con el tiempo se ha ido perfeccionando, permitiendo obtener resultados de áreas limitadas; mediante la resolución de un complejo sistema de ecuaciones matemáticas no lineales basadas en modelos matemáticos específicos, La PNM usa algoritmos informáticos, con el fin de elaborar una previsión basada en las condiciones meteorológicas actuales. [2]

Esta predicción ha dependido desde sus inicios del sistema de la Predicción Numérica del Tiempo (NWP) el cual permite conocer los procesos que se dan en la atmósfera como el movimiento de las masas de aire, la energía en juego o los procesos termodinámicos implicados. Para su ejecución se consideran tres etapas bien marcadas, la primera es la asimilación de los datos, donde diariamente se registran en todo el mundo millones de datos meteorológicos de todo tipo; como segundo paso es que el modelo construye a partir de los datos, un estado inicial, significa que se asigna valores a cada 6 punto de la malla antes apuntada, para que a partir de ello el ordenador resuelva las ecuaciones y vaya calculando la evolución futura de variables como la presión, la temperatura o el viento, como resultado se obtiene el cálculo de una gigantesca matriz de números. El último paso es la transformación de esa matriz numérica, en los diferentes campos meteorológicos que tienen a su disposición los meteorólogos [3]. A través del tiempo se han desarrollado diversos modelos, uno de los más importantes es el modelo de Investigación y Pronóstico del Tiempo (WRF), siendo uno de los modelos

atmosféricos más usados en el mundo, esto debido a su gran resolución, precisión, naturaleza de código abierto, apoyo de la comunidad y sus diversas disciplinas. [2]

[4] La predicción del tiempo ha pasado a la era del Big Data gracias al progreso de los sistemas de observación climática como la observación satelital del clima, así como al rápido incremento en la cantidad de datos meteorológicos. Así pues, los modelos convencionales de inteligencia computacional no son idóneos para prever con exactitud el clima. De esa manera, se utilizan técnicas basadas en el aprendizaje profundo para manejar conjuntos de datos enormes que tienen la capacidad de aprender y realizar proyecciones de forma más eficaz basadas en datos anteriores.

En este artículo se describe y analiza las principales técnicas de aprendizaje profundo aplicadas a la predicción meteorológica, siendo el objetivo evaluar su efectividad para la mejora de la resolución espacial y temporal de las predicciones meteorológicas. Se explican algunos que otros tipos de predicciones meteorológicas. Se exponen los objetivos trazados, se revisan y analizan los trabajos más importantes junto con aportes de otros autores sobre el tema, el estudio se justifica con el fin de contar con pronósticos exactos a nivel local, buscando ofrecer una perspectiva completa de la capacidad de nuevas herramientas en la mejora de la predicción meteorológica, para lograr una mejor toma de decisiones y adaptarse a las condiciones del clima.

Tipos de Predicciones Meteorológicas

1. **Método Climatológico:** Este procedimiento ofrece un procedimiento para crear una predicción climática. Después de analizar los datos climáticos acumulados durante muchos años y realizar proyecciones, los meteorólogos emplean este procedimiento [5].

2. **Método de Persistencia y Tendencia:** La persistencia y la inclinación demandan menos conocimientos para anticipar el tiempo, ya que se basan en tendencias anteriores. En todo el mundo, el tiempo es inalterable, al igual que la predicción climática para el día de hoy. Esto solo implica mantenerse actualizado sobre las temperaturas presentes y entender las condiciones climáticas de la región. [5]

3. **Mirando al Cielo:** Si bien es algo que puede sonar muy simple, este tipo de predicción ha ayudado a muchas personas durante largos años. Cuando observas el cielo, puedes establecer el tiempo observando el sol o la luna, o si observas nubes de gran altura. Si las nieblas están nubladas, existe la posibilidad de que se genere un clima desagradable en un corto periodo. Para determinar cuándo la tempestad se aproxima, verifica si las nubes se desplazan o no. [5]

4. **Nowcasting:** Las proyecciones climáticas para las seis horas venideras se conocen frecuentemente como nowcasting. En este momento, se puede anticipar elementos pequeños, como tormentas individuales, con

la exactitud necesaria, al igual que otras cosas que son demasiado pequeñas para que un ordenador pueda tratarlas.

5. **Use of Forecasting Models:** Los predictores humanos tenían la tarea de generar todo el tiempo que reflejaba los datos existentes. Actualmente, la información humana a menudo se restringe a la elección de modelos basándose en diversos límites, como la discriminación y el desempeño de los mismos. Emplea la concordancia de los modelos climáticos, junto con la inclusión de integrantes de una extensa variedad de especies, puede contribuir a reducir los errores ambientales. En cualquier situación, sin importar la sencillez del error en cualquier sistema individual, pueden surgir fallos significativos en cualquier corrección direccional particular en cualquier funcionamiento del modelo proporcionado. Las personas pueden emplear información acerca de resultados locales, que podrían ser muy reducidos en tamaño para ser resueltos por un modelo para su solución.

Materiales y Metodología computacional

En el presente trabajo, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el uso de técnicas de aprendizaje profundo aplicadas a la predicción meteorológica. La metodología empleada incluyó las siguientes etapas:

1. **Selección de fuentes:** Se consultaron bases de datos académicas como IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink y Google Scholar para identificar artículos, revisiones y proyectos relevantes. Los criterios de búsqueda incluyeron palabras clave como "deep learning", "weather forecasting", ÇNN", "GAN", y "downscaling".

2. **Criterios de inclusión y exclusión:** Se seleccionaron trabajos publicados entre 2015 y 2024 que abordaron el uso de redes neuronales en la mejora de predicciones climáticas, priorizando aquellos que reportan resultados cuantitativos sobre la eficacia de los métodos aplicados.

3. **Análisis comparativo:** Los artículos seleccionados fueron analizados y categorizados según las técnicas empleadas, la calidad de los resultados obtenidos, y las limitaciones identificadas por los autores. Estudio de casos: Se revisaron proyectos como VALUE (Validating and Understanding Local-scale Environments) y el uso de la libreria DL4DS (Deep Learning for Downscaling) para evaluar su aplicabilidad en diferentes contextos. Herramientas utilizadas: Se emplearon herramientas computacionales como Python y librerías especializadas (TensorFlow, PyTorch y DL4DS) para analizar la estructura de los modelos y comprender su funcionamiento.

Esta metodología permitió recopilar información actualizada y relevante, identificando las principales ventajas y limitaciones de las técnicas estudiadas.

Técnicas y herramientas

1. **Downscaling:** El downscaling es un proceso utilizado para traducir proyecciones climáticas globales generadas por Modelos de Circulación General (MCG) a predicciones más detalladas y específicas a nivel regional o local. Existen dos tipos principales de downscaling: el dinámico, que utiliza modelos de alta resolución basados en leyes físicas, y el estadístico, que establece relaciones empíricas entre variables de gran escala y características locales. Este enfoque es crucial porque los MCG no capturan adecuadamente los fenómenos locales debido a su resolución limitada, lo que puede resultar en pronósticos menos precisos para regiones específicas [6]. Esto es crucial porque los MCG no capturan adecuadamente los fenómenos locales debido a su resolución limitada, lo que puede resultar en pronósticos menos precisos para regiones específicas [6]. Este enfoque es crucial para superar las limitaciones inherentes de los modelos globales que no capturan adecuadamente los fenómenos locales. Existen dos tipos principales de downscaling:

    - Downscaling dinámico: Utiliza modelos de alta resolución que incorporan leyes físicas para generar proyecciones detalladas. Se contemplan dos técnicas dinámicas de disminución de escala, que conllevan la utilización de la temperatura superficial o la lluvia simulada en el punto de cuadrícula más próximo en un modelo de circulación general (GCM) de aproximadamente 300 km de resolución, y un modelo climático regional (RCM) de 50 km anidado dentro del GCM.. [7]
    - Downscaling estadístico: Establece relaciones empíricas entre variables climáticas de gran escala y características locales, y es aquí donde técnicas como redes neuronales y aprendizaje profundo tienen un impacto significativo. El enfoque estadístico (STAT) se fundamenta en las relaciones lineales de regresión detectadas entre la temperatura superficial o la lluvia y un espectro de variables predictivas del clima. [7]

2. Redes Neuronales Convolucionales (CNN): Las Redes Neuronales Convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés) son un tipo de red neuronal diseñada para procesar datos con estructuras de tipo rejilla, como imágenes o mapas climáticos [4]. Por ejemplo, un estudio reciente demostró que las CNN pueden mejorar significativamente la predicción de precipitaciones al capturar patrones espaciales complejos en datos climáticos históricos, permitiendo identificar fenómenos locales con mayor precisión [6]. Su principal característica es la capacidad de extraer patrones espaciales mediante operaciones de convolución, lo que las hace ideales para mejorar la resolución espacial y temporal en la predicción meteorológica. Las CNN han demostrado su eficacia en la identificación de patrones complejos en grandes volúmenes de datos climáticos, facilitando predicciones más precisas y detalladas. En la predicción meteorológica, las

CNN ayudan a reducir la pérdida de información durante el procesamiento, permitiendo un análisis más detallado de fenómenos atmosféricos específicos. [2]

3. **Redes Generativas Adversariales (GAN):** Las Redes Generativas Adversariales (GAN) son un enfoque innovador que consta de dos redes neuronales: una generadora y una discriminadora, que trabajan en conjunto para crear datos sintéticos altamente realistas [8]. En el contexto de la meteorología, las GAN se utilizan para generar datos climáticos que complementen conjuntos de datos insuficientes o para simular eventos extremos. Este enfoque ha sido especialmente útil para mejorar la representación de fenómenos locales y la resolución de los modelos climáticos, proporcionando una base de datos más robusta para la predicción de eventos meteorológicos complejos.Una investigación [9] centrada en la aplicación de una Red Generativa Adversaria, se enfocó en el uso de esta red para la predicción del clima meteorológico en EUROPA, entrenando simultáneamente el modelo con datos históricos durante 4 años (2015-2018) para su adecuada predicción. La investigación señala que los pronósticos demostraron un acuerdo cualitativo y cuantitativo adecuado con los datos reales proporcionados, además de que se evidencia que el modelo en relación a datos globales tiende a fallar más, pero cuando se presentan datos más específicos se logran mejores resultados.

4. **Libreria DL4DS:** DL4DS (Deep Learning for Downscaling) es una librería de Python diseñada específicamente para aplicar algoritmos de aprendizaje profundo en el downscaling de datos climáticos [7]. Por ejemplo, en un estudio realizado en Europa, se utilizó DL4DS para mejorar la resolución de las predicciones de precipitaciones diarias, lo que resultó en una reducción significativa de errores al comparar con datos observados locales. Esta herramienta permite a los investigadores implementar modelos avanzados de manera eficiente, integrando funciones preconfiguradas para la mejora de la resolución espacial y temporal. DL4DS ha sido utilizada en diversos estudios para evaluar su impacto en la predicción climática a nivel local. Su uso facilita la aplicación de técnicas complejas sin la necesidad de construir modelos desde cero, lo que optimiza los recursos y acelera el análisis.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 142-151
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

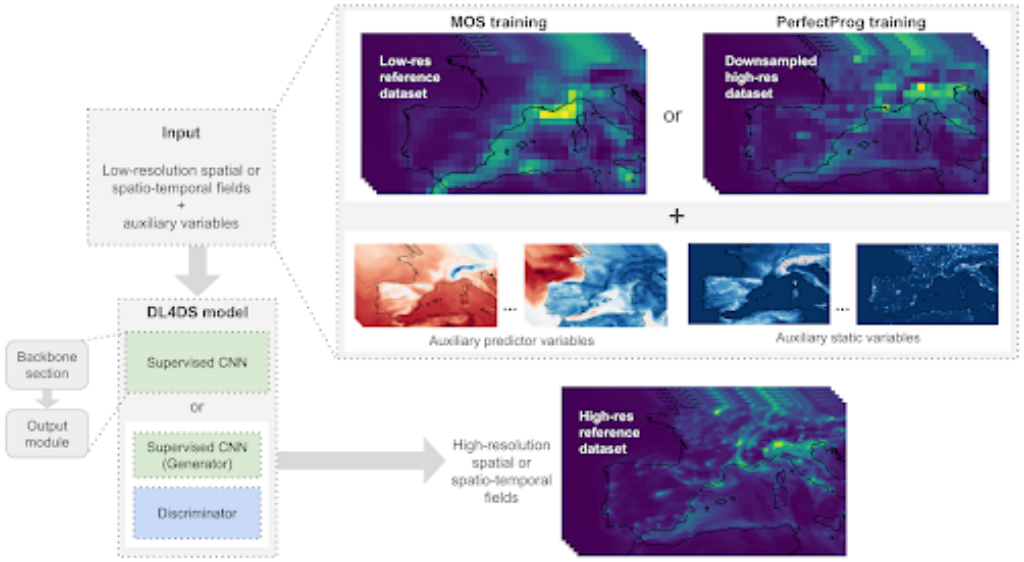

Figura 1. Arquitectura general de DL4DS. Se representa como se puede convertir un conjunto de datos de baja resolución en uno de alta resolución.

5. **TensorFlow:** TensorFlow es una plataforma de código abierto desarrollada por Google que permite construir y entrenar modelos de aprendizaje profundo de manera eficiente. En la predicción meteorológica, TensorFlow se utiliza para implementar redes neuronales avanzadas que analizan grandes volúmenes de datos climáticos, facilitando el desarrollo de modelos escalables y de alta precisión.

6. **PyTorch:** PyTorch, desarrollado por Facebook, es otra librería de aprendizaje profundo ampliamente utilizada debido a su flexibilidad y capacidad para realizar cálculos dinámicos. En el campo meteorológico, PyTorch se emplea para construir y optimizar redes neuronales complejas, incluyendo las mencionadas CNN y GAN, proporcionando herramientas para ajustar modelos de manera más intuitiva.

7. **Validación y Estudio de Entornos a Escala Local (Proyecto VALUE):** El proyecto VALUE (Validating and Understanding Local-scale Environments) se centra en la validación y comparación de métodos de downscaling estadístico en Europa [3]. Sus resultados han influido significativamente en la adaptación de estas metodologías para su aplicación en otras regiones, proporcionando un marco para estandarizar y mejorar las técnicas de predicción climática a nivel global. Este proyecto ha proporcionado un marco integral para evaluar cómo diferentes enfoques de reducción de escala, incluidos los basados en aprendizaje profundo, pueden mejorar la precisión de las predicciones climáticas regionales. VALUE ha sido clave en la estandarización de técnicas y en la promoción de prácticas replicables en la investigación climática, ofreciendo una referencia confiable para el desarrollo de modelos en otras regiones del mundo.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 142-151
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Resultados

1. **Eficacia de las Redes Neuronales Convolucionales (CNN):** Las CNN han demostrado ser altamente efectivas en la mejora de la resolución espacial y temporal de los datos meteorológicos. Estudios como el de Stengel et al. [6] reportaron aumentos significativos en la precisión de los pronósticos al aplicar CNN al downscaling de datos climáticos. El estudio reciente de Jhonatan et al [10] demuestra que las redes neuronales convolucionales las cuales estan basadas en datos son mucho mas rapidas y eficaces a diferencia de otros modelos para la prediccion del clima, sugiriendo que el aprendizaje automático podría convertirse en un recurso útil para la predicción de grandes conjuntos. Estas redes optimizan la extracción de patrones espaciales, lo que resulta en un análisis más detallado de fenómenos locales.

2. **Aplicación de Redes Generativas Adversariales (GAN):** Las GAN han sido útiles para generar datos sintéticos que complementen conjuntos de datos existentes, mejorando la representación de fenómenos locales. Por ejemplo, el trabajo de Weyn et al. [11] destaca el uso de GAN para simular eventos meteorológicos extremos, permitiendo una mejor planificación frente a condiciones adversas.

3. **Integración de herramientas especializadas:** Librerías como DL4DS han facilitado la implementación de algoritmos avanzados de aprendizaje profundo, permitiendo realizar pruebas rápidas y eficientes en diferentes contextos geográficos y climáticos. Su integración reduce la complejidad técnica y acelera el proceso de experimentación.

4. **Limitaciones identificadas:** A pesar de los avances, persisten retos relacionados con el costo computacional y la interpretabilidad de los modelos. Además, la falta de estandarización en los datos de entrenamiento puede influir negativamente en la precisión de los resultados.

Conclusiones

A partir del análisis realizado, se concluye que:

1. Impacto positivo del aprendizaje profundo: Las técnicas de aprendizaje profundo, particularmente las CNN y las GAN, han transformado el campo de la predicción meteorológica, permitiendo superar las limitaciones de los métodos numéricos tradicionales.

2. Avances en la resolución local: La aplicación de métodos de downscaling asistidos por aprendizaje profundo ha mejorado significativamente la precisión de los pronósticos a nivel local, lo cual es crucial para la toma de decisiones en sectores como la agricultura y la gestión de desastres.

3. Retos pendientes: Persiste la necesidad de abordar limitaciones como el alto costo computacional y la interpretabilidad de los modelos, así como de desarrollar estándares para el manejo de datos climáticos.

4. Futuras líneas de investigación: Se sugiere explorar la integración de modelos de aprendizaje profundo con enfoques híbridos que combinen técnicas tradicionales y modernas para mejorar aún más la capacidad predictiva.

Contribución de Autoría

Jose Luis Gutierrez Diaz: Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción - borrador original. **Kevin Parimango Gómez:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción - borrador original. **Torres Villanueva Marcelino:** Análisis formal, Visualización, Supervisión, Administración de proyectos, Curación de datos, Escritura, revisión y edición.

Referencias

[1] CEUPE, "Meteorología: qué es y su importancia," https://www.ceupe.com/blog/meteorologia-que-es-y-su-importancia.html, accedido: 09-dic-2024.

[2] H. S. Walia and M. Mahajan, "Automatic feature learning using neuro-fuzzy systems: a survey," *Pattern Analysis and Applications*, vol. 23, no. 2, pp. 451–471, 2020, accedido el 12 de diciembre de 2024. [Online]. Available: https://link.springer.com/article/10.1007/s10044-020-00898-1

[3] J. M. Viñas Rubio, "Origen y desarrollos actuales de la predicción meteorológica," *EM*, vol. 45, no. 2, pp. 1–20, accedido: 09-dic-2024. [Online]. Available: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/678728/EM_45_2.pdf?sequence=1

[4] K. U. Jaseena and B. C. Kovoor, "Deterministic weather forecasting models based on intelligent predictors: A survey," *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, September 2020, accedido el 13 de diciembre de 2024.

[5] "A survey of weather forecasting based on machine learning and deep learning techniques," *Int. J. Emerg. Trends Eng. Res.*, vol. 9, no. 7, pp. 988–993, July 2021, accedido el 13 de diciembre de 2024.

[6] P. Bauer, A. Thorpe, and G. Brunet, "The quiet revolution of numerical weather prediction," *Nature*, vol. 525, no. 7567, pp. 47–55, 2015, accedido: 10 de diciembre de 2024.

[7] J. Murphy, "Predictions of climate change over europe using statistical and dynamical downscaling techniques," *Int. J. Climatol.*, vol. 20, no. 5, pp. 489–501, April 2000, accedido el 11 de diciembre de 2024.

[8] K. Stengel, A. Glaws, D. Hettinger, and R. N. King, "Adversarial super-resolution of climatological wind and solar data," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 117, no. 29, pp. 16 805–16 815, 2020.

[9] A. Bihlo, "A generative adversarial network approach to (ensemble) weather prediction," *Neural Netw.*, vol. 139, pp. 1–16, July 2021, accedido el 12 de diciembre de 2024.

[10] J. A. Weyn, D. R. Durran, and R. Caruana, "Improving data-driven global weather prediction using deep convolutional neural networks on a cubed sphere," *J. Advances Model. Earth Syst.*, vol. 12, no. 9, September 2020, accedido el 12 de diciembre de 2024.

[11] P. Lynch, "The origins of computer weather prediction and climate modeling," *Journal of Computational Physics*, vol. 227, no. 7, pp. 3431–3444, 2008, accedido: 10 de diciembre de 2024.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 152-162
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Tipo de artículo: Artículos de revisión
Temática: Inteligencia Artificial
Recibido: 28/12/2024 | Aceptado: 20/01/2025 | Publicado: 30/03/2025

Identificadores persistentes:
DOI: 10.48168/innosoft.s23.a233
ARK: ark:/42411/s23.a233
PURL: 42411/s23.a233

El Papel de la Inteligencia Artificial en la Transformación de los Procesos Judiciales

The Role of Artificial Intelligence in the Transformation of Judicial Processes

Gerson Aldair Pulache Quiroga[1][0009-0008-2898-161X], **Ivan Jeremi Fernandez Esquerre**[2][0009-0005-5934-2034], **Marcelino Torres Villanueva**[3][0000-0002-9797-1510]*

[1]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. gpulacheq@unitru.edu.pe
[2]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. ifernandeze@unitru.edu.pe
[3]Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. mtorres@unitru.edu.pe

*Autor para correspondencia: mtorres@unitru.edu.pe

Resumen
Este artículo realiza una revisión sistemática para analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) en la transformación de los procesos judiciales, siguiendo las directrices de la metodología PRISMA. El objetivo principal es evaluar cómo la IA contribuye a la eficiencia, precisión y accesibilidad en el ámbito judicial, identificando tanto sus beneficios como los desafíos éticos asociados. Se recopilaron y analizaron estudios publicados entre 2020 y 2024 en bases de datos como Scopus y SCielo, utilizando ecuaciones de búsqueda específicas y criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Los resultados destacan que la IA puede optimizar los procesos judiciales mediante la automatización de tareas rutinarias y la toma de decisiones predictivas, con ejemplos de implementación en países como Estonia y Singapur. Sin embargo, también se identificaron preocupaciones sobre sesgos algorítmicos y la transparencia de los sistemas. Se concluye que, para garantizar una adopción justa y eficaz, es fundamental establecer marcos regulatorios y promover la supervisión humana en los sistemas judiciales que integran IA.

Palabras claves: Inteligencia artificial, procesos judiciales, revisión sistemática, ética, eficiencia, transparencia.

Abstract
This article conducts a systematic review to analyze the impact of artificial intelligence (AI) on the transformation of judicial processes, following the guidelines of the PRISMA methodology. The main objective is to assess how AI contributes to efficiency, accuracy and accessibility in the judicial field, identifying both its benefits and associated ethical challenges. Studies published between 2020 and 2024 were collected and analyzed in databases such as Scopus and SCielo, using specific search equations and previously defined inclusion and exclusion criteria. The results highlight that AI can optimize judicial processes by automating routine tasks and predictive decision making, with examples of implementation in countries such as Estonia and Singapore. However, concerns about algorithmic biases and system transparency were also identified. It is concluded that, to ensure fair and effective adoption, it is critical to establish regulatory frameworks and promote human oversight in judicial systems that integrate AI.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 152-162
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Keywords: *Artificial intelligence, judicial processes, systematic review, ethics, efficiency, transparency.*

Introducción

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha surgido como una de las tecnologías más revolucionarias en varios campos, incluyendo el sector judicial. Los sistemas judiciales de todo el mundo se enfrentan a desafíos como la sobrecarga de casos, la lentitud en los procesos y la complejidad de las decisiones, es aquí donde la implementación de la IA promete transformar el panorama judicial, mejorando la eficiencia, la precisión y la accesibilidad. Sin embargo, esta incorporación no está libre de preocupaciones éticas, especialmente en lo que respecta a la imparcialidad de los algoritmos y la protección de los derechos fundamentales. Este artículo de revisión sistemática tiene como objetivo analizar la importancia de la inteligencia artificial en los procesos judiciales, evaluando tanto sus beneficios como sus riesgos, y proporcionando una visión completa de su impacto en el sistema judicial. La integración de algoritmos en los sistemas judiciales ha mostrado un notable potencial para optimizar los procesos judiciales. Según diversos estudios, el uso de IA puede reducir notablemente los tiempos de procesamiento de casos, permitiendo que los jueces y abogados se concentren en tareas más complejas y de mayor valor añadido. Por ejemplo, en países con altos niveles de digitalización, como Estonia y Singapur, la implementación de sistemas algorítmicos ha demostrado aumentar la eficiencia y mejorar la precisión en el análisis de evidencias [1]. Estos avances tecnológicos no solo ayudan a agilizar el flujo de trabajo, sino que también contribuyen a una mayor consistencia en las decisiones judiciales, al eliminar las posibles variaciones humanas que pueden surgir en la interpretación de datos complejos [2]. No obstante, como señalan diversos autores, la utilización de la inteligencia artificial en el ámbito judicial también plantea importantes cuestiones éticas y de justicia. La posibilidad de sesgos inherentes en los algoritmos, que podrían influir negativamente en la equidad de las decisiones judiciales, es uno de los aspectos más preocupantes. Un estudio realizado por Caddle et al. (2023) enfatiza la necesidad de desarrollar algoritmos transparentes y auditables para evitar que los sistemas judiciales repliquen y perpetúen discriminaciones históricas [2]. Del mismo modo, Yurrita et al. (2023) destacan que el proceso de toma de decisiones algorítmica debe ser comprensible para los usuarios del sistema judicial, asegurando que los ciudadanos puedan confiar en los resultados generados por estas tecnologías [2]. La implementación de IA también plantea la cuestión de la supervisión humana en los procesos judiciales. Aunque la IA puede proporcionar herramientas poderosas para la toma de decisiones, es esencial que los jueces y otros actores mantengan una supervisión para garantizar que los resultados no se vean influenciados o manipulados. Esta dualidad entre la automatización y la intervención humana es clave para asegurar que la justicia sea verdaderamente equitativa y no se vea comprometida por fallos tecnológicos o algoritmos sesgados [3]. En resumen, la inteligencia artificial tiene el potencial de revolucionar los procesos judiciales al mejorar la eficiencia, reducir los tiempos de procesamiento y aumentar la precisión en la toma de decisiones. Sin embargo, para que

su implementación sea efectiva y justa, es crucial que se establezcan marcos regulatorios claros que garanticen la transparencia y la equidad en el uso de estas tecnologías. Esta revisión sistemática aborda tanto los avances como los desafíos asociados con la IA en el ámbito judicial, proporcionando una visión integral de su impacto potencial en el futuro de la justicia.

Materiales y Metodología computacional

En el presente artículo se utilizó la metodología PRISMA porque permite estructurar y reportar revisiones sistemáticas de manera transparente, asegurando que el proceso de selección, análisis y síntesis de los estudios incluidos sea claro. Esto es importante en el análisis de la importancia de la inteligencia artificial (IA) en los procesos judiciales, ya que en un tema como este existe una creciente cantidad de investigaciones que abordan distintos aspectos del uso de la IA en el ámbito legal. A continuación, se detalla el proceso de recolección de información siguiendo las directrices establecidas por la metodología PRISMA, asegurando un enfoque sistemático y transparente en cada etapa.

Ecuaciones de búsqueda

Siguiendo el enfoque sistémico recomendado por la metodología PRISMA, en la Tabla 1 se presentan las ecuaciones de búsqueda utilizadas para identificar los estudios relevantes en las bases de datos SCielo y Scopus. Estas ecuaciones fueron diseñadas para capturar términos clave relacionados con el uso de la inteligencia artificial en los procesos judiciales, incluyendo palabras clave, sinónimos y términos específicos de la temática.

Repositorio	**Cadena de búsqueda**
SCielo	(artificial intelligence) AND (judicial processes)
Scopus	TITLE-ABS-KEY (.ªrtificial intelligence") AND TITLE-ABS-KEY ("judicial processes")

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión son reglas que determinan qué estudios o artículos serán considerados o descartados en una revisión sistemática. Su propósito es asegurar que solo se seleccionen y analicen investigaciones relevantes, confiables y alineadas con los objetivos del estudio.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 152-162
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

N°	Criterios de inclusión
CI1	Artículos sobre la inteligencia artificial en los procesos judiciales
CI2	Artículos publicados en español e inglés
CI3	Artículos que han sido publicados entre los años 2020 y 2024

Tabla 2. Criterios de inclusión.

N°	Criterios de exclusión
CE1	Artículos no han sido publicados entre los años 2020 y 2024.
CE2	Artículos estén duplicados
CE3	Artículos que no redactados en español o inglés
CE4	Artículos con el tema de investigación diferente.
CE5	Artículos que cuentan con acceso restringido

Tabla 3. Criterios de exclusión.

Selección de estudios

En la Tabla 4 se presenta un resumen de los artículos correspondientes a cada base de datos.

Base de datos	Artículos encontrados	Aplicando CE1	Aplicando CE2	Aplicando CE3	Aplicando CE4	Aplicando CE5
SCielo	4	4	4	3	1	1
Scopus	56	50	50	44	14	7
TOTAL	60	54	54	47	15	8

Tabla 4. Artículos filtrados empleando criterios de inclusión y exclusión

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 152-162
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Resultados

Tabla 5. Revisión de literatura sobre IA en sistemas judiciales

N°	Título	Resultados
1	Ïmplementación de la Inteligencia Artificial en las Altas Cortes de Colombia: los casos de la Corte Constitucional y el Consejo de Estado"(2024).	La introducción de sistemas algorítmicos en los procesos judiciales criminales puede mejorar significativamente la eficiencia, reduciendo el tiempo de procesamiento de los casos y mejorando la precisión en el análisis de evidencias. El estudio muestra que en países con alto nivel de digitalización, como Estonia y Singapur, los sistemas de IA tienen un impacto positivo. Sin embargo, también se destacan preocupaciones éticas, particularmente sobre los posibles sesgos de los algoritmos, los cuales podrían afectar la imparcialidad en el proceso judicial. Por lo tanto, se subraya la necesidad de establecer estándares éticos rigurosos para el uso de la tecnología.
2	"The Impact of Using Algorithmic Systems on the Criminal Trial: International Experience"(2024).	El artículo menciona que la IA tiene la capacidad de convertir los procedimientos judiciales al proporcionar herramientas que ayudan en la clasificación y análisis de grandes cantidades de datos legales, acelerando la toma de decisiones y aumentando la precisión de las decisiones judiciales. La implementación de IA puede mejorar la eficiencia del sistema judicial, pero es crucial garantizar que estos sistemas sean transparentes y explicables para los usuarios, especialmente para evitar problemas de confianza en los resultados.

Revista Innovación y Software
Vol. 6, No. 1, Mes Marzo-Agosto, 2025
ISSN: 2708-0935
Pág. 152-162
https://revistas.ulasalle.edu.pe/innosoft

Tabla 5 Revisión de literatura sobre IA en sistemas judiciales

N°	**Título**	**Resultados**
3	Üse of digital technologies in judicial proceesinds in some countries of europe and the USA"(2024)	La inteligencia artificial puede hacer tareas legales simples automáticamente, así los jueces y abogados pueden dedicarse a trabajos más complicados. Este tipo de tecnología también puede asistir en la toma de decisiones predictivas, evaluando la probabilidad de ciertos resultados judiciales basados en datos históricos. No obstante, el artículo también subraya que es necesario supervisar y ajustar continuamente los algoritmos para prevenir la perpetuación de sesgos históricos.
4	Üso de la Inteligencia Artificial y su eficacia en la administración de justicia en la República del Perú: Aplicativo ChatBot"(2024)	En este artículo se analiza cómo la IA puede ayudar a mejorar la equidad en el sistema judicial al hacer que el proceso de toma de decisiones sea más transparente y accesible. También se enfatiza que, aunque la IA puede optimizar los recursos judiciales, su implementación debe ser acompañada de un marco ético que evite discriminaciones o decisiones injustas debido a errores en los algoritmos.
5	Ïntegrating Digital Technologies into Russian Legal Arbitrazh Proceedings: Current State and Prospects for Development"(2024)	El artículo discute cómo los sistemas de IA pueden hacer que el sistema judicial sea más ágil y accesible al público. Además de facilitar la gestión de casos, la IA puede contribuir a una mayor consistencia en las decisiones judiciales. Sin embargo, también se reconocen los riesgos asociados con el uso de IA, como el riesgo de que se utilicen de manera incorrecta si no se supervisan adecuadamente los procesos automatizados.

Tabla 5 Revisión de literatura sobre IA en sistemas judiciales

N°	Título	Resultados
6	"Law and artificial intelligence possibilities and regulations on the road to the consummation of the digital verdict"(2023)	Se destacan los beneficios de la IA en la gestión judicial, como la mejora en la organización de datos, la predicción de tendencias judiciales y la evaluación de riesgos. A pesar de los avances, el artículo menciona la necesidad de contar con regulaciones claras para asegurar que la tecnología se utilice de manera justa y transparente, evitando que se violen derechos fundamentales.
7	.Algoritmos predictivos y perspectiva de género en el proceso penal"(2023)	La integración de IA en el sector judicial se ve como un medio para reducir costos operativos y aumentar la rapidez en el procesamiento de casos. Sin embargo, la cuestión ética y la necesidad de evitar algoritmos sesgados son las principales preocupaciones que se abordan. Se hace un llamado a la implementación de políticas que aseguren que la IA se utilice de forma responsable y equitativa.
8	"Tecnología para decidir hechos en procesos judiciales"	Este artículo destaca cómo la Inteligencia Artificial ayuda a hacer el sistema judicial más accesible y eficiente. Al hacer que una computadora haga automáticamente tareas que se repiten, se puede manejar mejor los recursos del sistema. Sin embargo, es importante equilibrar la automatización y la participación de humanos para tomar decisiones justas y que funcionen correctamente.

Discusión

La revisión de la literatura sobre el impacto de la inteligencia artificial (IA) en los procesos judiciales revela una serie de beneficios y desafíos que deben ser cuidadosamente gestionados para garantizar que estas tecnologías se utilicen de manera ética y efectiva. A lo largo de los estudios revisados, se destacan varias áreas clave en las que la IA tiene el potencial de transformar significativamente el sector judicial, pero también se identifican preocupaciones éticas y prácticas que requieren atención urgente. Una de las principales ventajas identificadas en los estudios es la optimización de los tiempos y la eficiencia en el procesamiento de casos judiciales. Según [1], los sistemas algorítmicos pueden reducir de manera significativa el tiempo necesario para procesar casos judiciales, lo que podría aliviar la sobrecarga que enfrentan muchos tribunales. Este resultado es consistente con otros estudios que destacan cómo la IA, al automatizar tareas rutinarias, permite a los jueces y abogados concentrarse en las tareas de mayor complejidad, como la interpretación de las leyes y la toma de decisiones fundamentadas [2,3]. Además, la IA tiene el potencial de mejorar la precisión y la consistencia en las decisiones judiciales. Un ejemplo destacado se encuentra en los sistemas de IA que facilitan el análisis de grandes volúmenes de datos legales, permitiendo la clasificación y la predicción de sentencias de manera más precisa [4]. Este uso de algoritmos para predecir resultados puede contribuir a una mayor equidad, al eliminar las variaciones humanas en la interpretación de los casos. Sin embargo, este beneficio debe ser considerado con cautela, ya que la dependencia excesiva de la IA para predecir resultados podría llevar a decisiones injustas si no se gestionan adecuadamente los datos utilizados para el entrenamiento de los algoritmos [3]. A pesar de estas ventajas, también se han identificado preocupaciones éticas significativas. La posibilidad de que los algoritmos perpetúen sesgos históricos o discriminen a ciertos grupos es una de las críticas más comunes mencionadas en los estudios revisados. Según [4], los sistemas de IA deben ser supervisados y auditados regularmente para garantizar que no repliquen o amplifiquen prejuicios existentes en los datos históricos. Esta es una preocupación que también se refleja en el trabajo de Caddle et al. (2023), quienes subrayan la necesidad de desarrollar algoritmos que sean transparentes y auditables, para evitar que las decisiones judiciales sean sesgadas por la programación o los datos erróneos utilizados en los sistemas [2]. Otro punto crítico es el equilibrio entre la automatización y la supervisión humana. Aunque la IA puede desempeñar un papel fundamental en la agilización de los procesos, se hace evidente que los jueces y otros actores deben mantener una supervisión activa de los sistemas automatizados para garantizar que las decisiones finales sean justas y estén bien fundamentadas. Este enfoque es necesario para asegurar que las tecnologías no reemplacen por completo el juicio humano, sino que lo complementen [5]. Los estudios sobre el uso de tecnologías digitales en el arbitraje legal en Rusia [5] y en otros países también enfatizan la importancia de este equilibrio para evitar que los sistemas de IA se conviertan en çajas negras", cuyos procesos sean incomprensibles o incontrolables. Por otro lado, es importante destacar que, a pesar de las preocupaciones sobre la ética y los sesgos, el uso de IA tiene el potencial de reducir costos operativos. La automatización de procesos judiciales rutinarios no solo mejora la eficiencia, sino que también permite la redistribución de recursos humanos hacia tareas de mayor valor añadido, como el asesoramiento legal

y la resolución de disputas complejas [6]. Esto, en última instancia, puede contribuir a un sistema judicial más accesible y con mayor capacidad para gestionar una gran cantidad de casos, lo cual es especialmente relevante en contextos de alta carga procesal.

Conclusiones

La inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta transformadora en el ámbito judicial, ofreciendo soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia, la precisión y la accesibilidad de los procesos judiciales. A lo largo de este artículo, se ha constatado que la automatización de tareas repetitivas, el análisis de grandes volúmenes de datos y la optimización de la toma de decisiones son algunos de los beneficios clave que la IA puede aportar al sistema judicial. Sin embargo, su integración en el proceso judicial no está exenta de desafíos, especialmente en términos de ética y justicia. Uno de los aspectos más destacados es la capacidad de la IA para reducir el tiempo de procesamiento de los casos y mejorar la precisión en la toma de decisiones, tal como lo evidencian los estudios revisados. Esto puede aliviar significativamente la sobrecarga que enfrentan los tribunales y garantizar decisiones más consistentes. Sin embargo, la necesidad de una supervisión activa y la transparencia en el uso de los algoritmos son fundamentales para evitar que los sistemas automáticos reproduzcan sesgos históricos o injusticias. El reto principal radica en el equilibrio entre la automatización proporcionada por la IA y la intervención humana. La supervisión continua de los jueces y otros profesionales del derecho es esencial para garantizar que las decisiones algorítmicas sean justas y estén fundamentadas en un análisis profundo de los casos. Esta combinación de tecnología y juicio humano es crucial para evitar que la justicia sea comprometida por fallos derivados de algoritmos sesgados o incompletos [3]. Finalmente, para que la IA sea realmente efectiva en la transformación de los procesos judiciales, es necesario establecer marcos regulatorios claros que aseguren su uso ético, responsable y equitativo. Solo mediante una supervisión estricta y una constante actualización de los sistemas se podrá maximizar el potencial de la IA sin sacrificar la equidad y los derechos fundamentales de los individuos. La implementación de políticas que garanticen la transparencia, la audibilidad y la equidad en estos sistemas será clave para aprovechar al máximo los beneficios de la IA, al mismo tiempo que se minimizan los riesgos éticos y sociales asociados con su uso en el ámbito judicial.

Contribución de Autoría

Pulache Quiroga Gerson Aldair: Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción - borrador original. **Fernandez Esquerre Ivan Jeremi:** Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción - borrador original. **Torres Villanueva Marcelino:** Análisis formal, Visualización, Supervisión, Administración de proyectos, Curación de datos, Escritura, revisión y edición.

Referencias

[1] G. Sierra, "Implementación de la inteligencia artificial en las altas cortes de colombia: los casos de la corte constitucional y el consejo de estado," *Revista eurolatinoamericana de derecho administrativo*, vol. 11, no. 1, enero 2024. [Online]. Available: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2362-583X2024000100005&lng=es&nrm=iso

[2] D. Patreliuk, M. Leonenko, Y. Dekhtiarov, A. Bakhruz, and I. Servetsky, "The impact of using algorithmic systems on the criminal trial: International experience," *Pakistan Journal of Criminology*, vol. 16, no. 3, septiembre 2024. [Online]. Available: https://www.pjcriminology.com/publications/the-impact-of-using-algorithmic-systems-on-the-criminal-trial-international-experience/

[3] E. Chavez, N. Valderrama, A. Chavez, and C. Huerta, "Uso de la inteligencia artificial y su eficacia en la administración de justicia en la república del perú: Aplicativo chatbot."

[4] A. Shabalin, O. Shtefan, L. Andrushchenko, and V. Olefir, "Use of digital technologies in judicial proceesinds in some countries of europe and the usa," *Petita: Jurnal Kajian Ilmu Hukum dan Syariah*, vol. 9, no. 1, 2024. [Online]. Available: https://petita.ar-raniry.ac.id/index.php/petita/article/view/218

[5] A. Vasiliy, "Integrating digital technologies into russian legal arbitrazh proceedings: Current state and prospects for development," *Kutafin Law Revie*, vol. 11, no. 2, 2024. [Online]. Available: https://kulawr.msal.ru/jour/article/view/274

[6] L. Valenzuela, Y. Ocaña, M. Faustino, Y. Larico, E. Zubieta, and Y. Uribe, "Law and artificial intelligence possibilities and regulations on the road to the consummation of the digital verdict," *Journal of law and sustainable development*, vol. 11, no. 6, 2023. [Online]. Available: https://ojs.journalsdg.org/jlss/article/view/1202

[7] A. Montesinos, "Algoritmos predictivos y perspectiva de género en el proceso penal," *Revista dÍnternet Dret i Política*, no. 39, noviembre 2023. [Online]. Available: https://raco.cat/index.php/IDP/article/view/n39-montesinos

[8] R. Coloma, C. Agüero, and R. Lira, "Tecnología para decidir hechos en procesos judiciales," *Revista chilena de derecho y tecnología*, vol. 10, no. 1, 2021. [Online]. Available: https://rchdt.uchile.cl/index.php/RCHDT/article/view/56816

[9] S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2020.

[10] M. Sanchez, "La inteligencia artificial en el sector público y su límite respecto de los derechos fundamentales," *Estudios constitucionales*, vol. 20, no. 2, diciembre 2022. [Online]. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_serial&pid=0718-5200&lng=es&nrm=iso

[11] E. Cardenas and V. Molano, "Un estudio sobre la posibilidad de aplicar la inteligencia artificial en las decisiones judiciales," *Revista Direito GV*, vol. 17, no. 1, 2021. [Online]. Available: https://www.scielo.br/j/rdgv/a/vZDXYYPRrcwgsgJDWQf97QG/?lang=es

[12] G. Corvalan, "Inteligencia artificial: retos, desafíos y oportunidades - prometea: la primera inteligencia artificial de latinoamérica al servicio de la justicia," *Revista de Investigações Constitucionais*, vol. 5, no. 1, abril 2018. [Online]. Available: https://www.scielo.br/j/rinc/a/gCXJghPTyFXt9rfxH6Pw99C/?lang=es

[13] U. Barbara, "Pensar y procesar. una crítica a los sistemas democráticos basados en la inteligencia artificial desde el reconocimiento, el compromiso y la justicia," *Revista de filosofía*, vol. 79, 2019. [Online]. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-43602022000100190&lang=es

[14] M. Sanchez, "El derecho a la protección de datos personales en la era digital," *Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo*, vol. 10, 2023. [Online]. Available: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1886-58872023000100017&lang=es

LaSalle
Universidad