

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS ORGANIZACIONES

INNOVACIÓN, PODER Y
ÉTICA EN LA ERA DIGITAL

Coordinadores:

OSCAR LOZANO CARRILLO
MARÍA TERESA MITE ALBÁN
EDGAR SANSORES GUERRERO



Red Mexicana de Investigadores
en Estudios Organizacionales

Universidad
Autónoma
Metropolitana
Casa abierta al tiempo



Azcapotzalco



**Inteligencia Artificial en las Organizaciones:
Innovación, Poder, Ética en la Era Digital**

Primera edición, junio 2025

Coordinación general del trabajo:

Oscar Lozano Carrillo

María Teresa Mite Alban

Edgar Sansores Guerrero

Integración editorial y digital primera fase

Alfredo Garibay Suárez

Aylin Torres Ramírez

Editado por:

Red Mexicana de Investigadores

en Estudios Organizacionales (REMINEO), A.C.

América 126-A int. 202, Col. Parque San Andrés,

Coyoacán, Ciudad de México, CP 04040

ISBN: 978-607-8049-25-7

El contenido, las opiniones y la originalidad de los capítulos publicados en este libro son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de los coordinadores, del editor o de los avales académicos.

Editado en México.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS ORGANIZACIONES: INNOVACIÓN, PODER, ÉTICA EN LA ERA DIGITAL

Coordinación general del trabajo:

Oscar Lozano Carrillo
María Teresa Mite Alban
Edgar Sansores Guerrero

Red Mexicana de Investigadores en Estudios
Organizacionales A.C. (REMINEO)



CONTENIDO

PRÓLOGO.....	11
CAPÍTULO I.....	13
LAS DIMENSIONES ÉTICA Y REGULATORIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN ESTUDIO EXPLORATORIO	
EDGAR ALFONSO SANSORES GUERRERO	
OSCAR LOZANO CARRILLO	
ALFREDO GARIBAY SUÁREZ	
CAPÍTULO II.....	22
TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL: INNOVACIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	
CINTHIA NOEMI ZACATENCO ARELLANO	
CAPÍTULO III.....	53
EL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS RECURSOS HUMANOS: OPORTUNIDADES, DESAFÍOS Y FUTURO	
MARLENE ATENEA GRIMALDO RAMÍREZ	
CAPÍTULO IV.....	85
IMPACTO DEL BIG DATA Y EL ANÁLISIS AVANZADO DE LAS ESTRATEGIAS DE CRM PARA MEJORAR LA RETENCIÓN DE CLIENTES Y OPTIMIZAR LAS CAMPAÑAS DE MARKETING	
ERWIN GUSTAVO MUÑOZ MONTIEL	
JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ FLORES	
JOSÉ DANIEL URIBE RODRÍGUEZ	
AMELIA GENITH ANCHALA VALENCIA	

CAPÍTULO V.....	100
REGULACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ÁMBITO NOTARIAL EN ECUADOR: UN ENFOQUE JURÍDICO Y TECNOLÓGICO	
PAUL DAVID ARELLANO SARASTI	
 CAPÍTULO VI.....	 114
MODELOS HÍBRIDOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA PREDICCIÓN DEL MERCADO DE VALORES: REVISIÓN DE LA LITERATURA	
MARÍA TAMARA ORTIZ LUZURIAGA	
MARJORIE ORDÓÑEZ GUARTAZACA	
OLMEDO FARFÁN GONZÁLEZ	
JORGE LUIS CHABUSA VARGAS	
 CAPÍTULO VII.....	 132
RESPONSABILIDAD DIGITAL ORGANIZACIÓN: UN MARCO ANÁLITICO PARA SU ESTUDIO	
EDGAR ALFONSO SANSORES GUERRERO	
YADIRA ZAVALA OSORIO	
JUANA EDITH NAVARRETE MARNEOU	
 CAPÍTULO VIII.....	 143
LA BÚSQUEDA DE UN MARCO GLOBAL PARA LA IA: UN MAPA DE ARREGLOS, INICIATIVAS Y DESAFÍOS	
AYLIN TORRES RAMÍREZ	
ALFREDO GARIBAY SUÁREZ	
 CAPÍTULO IX.....	 161
CONSTRUYENDO UN FLUJO DE TRABAJO UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA SELECCIÓN DE POSTULANTES A PUESTOS DE TRABAJO	
JOSÉ ENRIQUE TOWNSEND VALENCIA	
LOURDES VERÓNICA TOWNSEND VALENCIA	
DANAÉ JACQUELINE TOWNSEND HINOSTROZA	

CAPÍTULO X.....	176
TOMA DE DECISIONES BASADA EN DATOS: EL DESAFÍO DE LAS MIPYMES EN UN MERCADO COMPETITIVO	
JORGE MISAEL MERCHÁN RIERA	
RODDY SALVADOR CABEZAS PADILLA	
CARLOS GABRIEL MORA ESPINOZA	
 CAPÍTULO XI.....	 193
LOS HOMBRES MÁQUINA Y LAS MÁQUINAS DE LOS HOMBRES-ROBOTS CON IA EN EL CAMPO LABORAL	
VICTOR DANIEL SANTOS HORTELANO	
 CAPÍTULO XII.....	 205
IMPACTO DEL METAVERSO Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR	
GEOVANNY RUIZ MUÑOZ	
JUAN VASCO DELGADO	
LUISA ORTIZ VILLÓN	
ISABEL ZAMBRANO MENDOZA	
 CAPÍTULO XIII.....	 220
IMPACTO DEL USO DE LA IA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES EN ASIGNATURAS DE TRONCO COMÚN DE PRIMER SEMESTRE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA EN LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	
BETTY MACAS PADILLA	
CARLOS SÁNCHEZ PAREDES	
KARIN MORALES LOOR	
NORMA ROMERO AMORES	
 CAPÍTULO XIV.....	 233
APLICACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE: UN ESTUDIO EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD AZCAPOTZALCO	
RAFAEL ÁNGELES GARCÍA	

CAPÍTULO XV.....	242
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL DESARROLLO DE HABILIDADES BLANDAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS	
ROUSLY ATENCIO GONZÁLEZ	
GUILLERMO GRUNAUER ROBALINO	
CARMEN CARBONELL GARCÍA	
SABY BURGOS GOICOCHEA	
 CAPÍTULO XVI.....	 255
REALIDAD AUMENTADA Y VIRTUAL CON IA EN EL AULA: IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA ENTORNOS DE APRENDIZAJE INMERSIVOS Y ESTIMULANTES	
EMILY NICOLE SILVA ESCAMILLA	
 CAPÍTULO XVII.....	 283
REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL EN EL APRENDIZAJE ACTUAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE BENEFICIOS, DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES	
JOSE RAFAEL DIAZ AVELINO	
ROBERTO DAVID OCHOA REYES	
JOSE RAFAEL DIAZ ROSADO	
 CAPÍTULO XVIII.....	 299
CHATGPT PARA MEJORAR EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE VECTORES	
GUSTAVO BELIZARIO VIÑAMAGUA MEDINA	
ROLANDO QUISHPE SOLANO	
AMELIA ISADORA RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	
ANDREA KATALINA SEGARRA MORALES	
 CAPÍTULO XIX.....	 315
PRODUCTIVIDAD, TECNOLOGÍA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: TRANSFORMANDO EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA EN LA ERA DIGITAL	
KARLA ORTIZ CHIMBO	
ROBERTO GARCÍA VITERI	

CARLOS ORTIZ CHIMBO
FERNANDO NOVILLO BUSTO

CAPÍTULO XX.....	334
USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA REDACCIÓN CIENTÍFICA: REVISIÓN DE LA LITERATURA	
SALMA BRAVO	
LEYLA FÉLIX	
SÓCRATES HARO	
VERÓNICA CORONEL	
 CAPÍTULO XXI.....	 355
DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS LETRAS.....	
LUIS MUSSÓ MUJICA	
 CAPÍTULO XXII.....	 368
USO DE LA IA PARA MEJORAR LA GESTIÓN ACADÉMICA Y ADMINISTRATIVA EN EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO"	
CARLOS TORRES SAMANIEGO	
GABRIEL CÓRDOVA ALVARADO	
JORGE POMA PINEDA	
 CAPÍTULO XXIII.....	 386
EL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LOS MODELOS PEDAGÓGICOS, LA GESTIÓN ACADÉMICA Y EL APRENDIZAJE INCLUSIVO	
KARLA ORTIZ	
RUBÉN SÁNCHEZ	
EDWARD ULLI	
CARLOS VIVAS	
 CAPÍTULO XXIV.....	 398
TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA: APLICACIONES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA PARA UN APRENDIZAJE UNIVERSITARIO PERSONALIZADO	

LUISA HERRERA
MARÍA MITE
FERNANDO ORELLANA
STEFANIA ESPINOZA

CAPÍTULO XXV.....	415

USO DE LA IA COMO TUTORES VIRTUALES Y APOYO DOCENTE EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA

JOSÉ ASANZA MOREIRA
MARJORIE ACOSTA VÉLIZ
JUAN VILLAVICENCIO MORÁN
IRMA NARANJO PEÑA

CAPÍTULO XXVI.....	427

APLICACIÓN ANALÍTICA DE DATOS EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA

BRYAN ALEXIS HERNÁNDEZ BASILIO

CAPÍTULO XXVII.....	448

METODOLOGÍA DE CIBERSEGURIDAD PARA GANADERÍA 4.0: COLLAR DE MONITOREO DE SALUD PARA BOVINOS

GRACE VITERI GUZMÁN
ALFREDO ARRESE VILCHE
DIANA CHIQUITO PEÑARANDA

CAPÍTULO XXVIII.....	463

IA EN LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS: UN ENFOQUE SOSTENIBLE PARA EL FUTURO

ALEJANDRA JARAMILLO RODRÍGUEZ

PRÓLOGO

En la actualidad, vivimos una etapa de profundas transformaciones impulsadas por la acelerada incorporación de la inteligencia artificial (IA) en distintos ámbitos de la vida social, económica y organizacional. La IA no sólo redefine procesos productivos y modelos de negocio, sino que también reconfigura la relación entre tecnología, trabajo y toma de decisiones, generando un conjunto de dilemas éticos, sociales y culturales que aún estamos comenzando a comprender. La velocidad con la que se desarrollan estas tecnologías y su capacidad de aprendizaje autónomo plantean retos significativos para las organizaciones que buscan mantenerse competitivas sin perder de vista sus valores fundamentales.

Este libro surge como respuesta a la creciente necesidad de explorar, de manera crítica y multidisciplinaria, los impactos de la inteligencia artificial en las organizaciones. No se trata sólo de comprender los beneficios técnicos y económicos de su adopción, sino de analizar también sus implicaciones sobre la productividad, la cultura organizacional, la privacidad de los datos, la equidad en los procesos automatizados y la responsabilidad de quienes diseñan y utilizan estas tecnologías. En un contexto donde las decisiones basadas en datos pueden sustituir la intuición humana, resulta fundamental preguntarse cuáles son los criterios éticos que guían estas decisiones y quiénes los establecen.

A lo largo de esta obra, se abordan temas que van desde la automatización de funciones clave en la administración contemporánea, hasta los retos éticos y regulatorios que surgen en torno al uso de algoritmos en la gestión del talento, la toma de decisiones financieras, la logística o el servicio al cliente. Se presentan estudios de caso que ilustran cómo empresas de diversos sectores han implementado herramientas de IA, evidenciando tanto sus logros en términos de eficiencia como las tensiones y controversias que se generan al interior de las organizaciones. Al mismo tiempo, se analizan las transformaciones en los modelos de liderazgo, la comunicación organizacional y la gestión del conocimiento, todas ellas profundamente impactadas por la digitalización y el uso de sistemas inteligentes.

Asimismo, se hace énfasis en el contexto latinoamericano, una región en la que el rezago tecnológico y la falta de marcos regulatorios robustos representan riesgos significativos, pero también oportunidades para pensar modelos de gobernanza de la IA más inclusivos, democráticos y sostenibles. En países como Ecuador, donde conviven economías formales e informales, sectores altamente tecnologizados y otros en vías de digitalización, la implementación de soluciones de IA puede ser una palanca para cerrar brechas o, por el contrario, para profundizarlas si no se adoptan con una visión integral y centrada en las personas.

El propósito de este libro no es ofrecer respuestas definitivas, sino abrir un espacio de reflexión crítica sobre cómo construir una relación responsable entre inteligencia artificial, productividad y ética organizacional. Esperamos que los capítulos que lo componen sirvan como punto de partida para el diálogo entre académicos, profesionales, estudiantes y tomadores de decisiones que buscan comprender y actuar ante los desafíos de la transformación digital. En este sentido, la obra pretende contribuir no solo al debate académico, sino también a la formulación de políticas, la gestión organizacional y la capacitación de liderazgos que integren la inteligencia tecnológica con la inteligencia social.

En resumen, la inteligencia artificial no es sólo una herramienta de eficiencia, sino un factor estructural que obliga a repensar las prácticas organizacionales, los marcos normativos y los principios éticos sobre los que queremos construir el futuro del trabajo, de la innovación y de la sociedad. Esta obra invita a leer, debatir y, sobre todo, a imaginar alternativas posibles para una transición digital más humana, justa y sostenible.

Dr. Óscar Lozano Carrillo
Mtra. María Teresa Mite Alban
Dr. Edgar Sansores Guerrero

CAPÍTULO I

LAS DIMENSIONES ÉTICA Y REGULATORIA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN ESTUDIO EXPLORATORIO

The Ethical and Regulatory Dimensions of Artificial Intelligence: An Explorative Study

EDGAR ALFONSO SANSORES GUERRERO¹

OSCAR LOZANO CARRILLO²

ALFREDO GARIBAY SUÁREZ³

RESUMEN

Este estudio tiene como principal objetivo, identificar las dimensiones éticas y regulatorias del uso de la IA en tres empresas mexicanas bajo la perspectiva de las partes interesadas o actores que intervienen en la relación empresa-cliente. El tipo de investigación es cualitativa exploratoria y la estrategia metodológica es el estudio multicaso. Los hallazgos muestran que los clientes, de las tres empresas, externaron que su principal preocupación, al interactuar con las redes sociales de las empresas y efectuar transacciones en sus sitios web, es la privacidad de datos y la ciberseguridad. Asimismo, el uso del Chatbot y de las redes sociales trae implícito el riesgo de la difusión de información falsa y robo de identidad. Por lo que se concluye que abordar los aspectos éticos y regulatorios de la inteligencia artificial utilizando la matriz ética es crucial para asegurar que su desarrollo y aplicación sean responsables. Por último, este trabajo de investigación es uno de los primeros estudios que

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México. Correo: easg@azc.uam.mx

² Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México. Correo: exato@azc.uam.mx

³ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México. Correo: garibay@azc.uam.mx

se realizan en América Latina utilizando la matriz ética para analizar las dimensiones éticas y regulatorias de la IA.

Palabras clave: ética, inteligencia artificial, responsabilidad digital, seguridad digital, privacidad de datos.

ABSTRACT

The objective of this study is to identify the ethical and regulatory dimensions of AI use in three Mexican companies from the perspective of the stakeholders involved in the company-customer relationship. The research is qualitative exploratory in design, with a multi-case study methodology. The findings demonstrate that customers of the three companies identified data privacy and cybersecurity as their primary concerns when interacting with the companies' social networks and conducting transactions on their websites. Furthermore, the use of chatbots and social networks presents the risk of disseminating false information and facilitating identity theft. It is therefore imperative to address the ethical and regulatory aspects of artificial intelligence using the ethical matrix to guarantee that its development and application are responsible. Finally, this research is one of the first studies conducted in Latin America using the ethical matrix to analyze the ethical and regulatory dimensions of AI.

Keywords: ethical, artificial intelligence, digital stewardship, digital safety, data protection.

INTRODUCCIÓN

El acelerado desarrollo de las tecnologías digitales y la democratización en el acceso a dispositivos móviles han generado una serie de cambios significativos en la vida cotidiana de los seres humanos. Actualmente, la sociedad se encuentra en una transición tecnológica cimentada en algoritmos que han imitado y mejorado las capacidades cognitivas de los individuos (Harasimiuk y Braun, 2021; Ashok, Madan, Joha y Sivarajah, 2022).

Las tecnologías digitales basadas en la Inteligencia Artificial (IA) pueden impactar positivamente en la vida de las personas a través de la mejora en la detección temprana de enfermedades crónico-degenerativas,

el desarrollo de terapias innovadoras, la disminución en el consumo de energía, la regeneración ambiental, la prevención de desastres naturales, la optimización de recursos, la precisión en el pronóstico de las condiciones climatológicas y el acceso al conocimiento (Ng, Chen, Lee, Jiao, y Yang, 2021).

En cuanto a su impacto económico, la IA a través de la automatización de los procesos productivos y la mejora en la calidad de la toma de decisiones aporta al crecimiento de la productividad y la competitividad industrial. Por ejemplo, su capacidad para el análisis de un gran volumen de información ha permitido a las instituciones financieras tener una óptima gestión de riesgos y detección de fraudes o amenazas a la ciberseguridad (O'Neil y Hanna, 2020; O'Neil, Sargeant, y Appel, 2023, Xu, Liu, Cao, Huang, Liu, Qian y Zhang, 2021).

A pesar de sus potenciales beneficios, dada la naturaleza compleja y estocástica de la IA ha generado serias preocupaciones relacionadas con el manejo de la información personal, la privacidad de los datos, la desinformación, el sesgo en la toma de decisiones, el desplazamiento de la fuerza de trabajo, la discriminación, la vigilancia digital, la ciberseguridad, la desigualdad tecnológica, la pérdida del control y la ética (Li, Ruijs y Lu, 2023).

Esto aunado a la gran concentración de poder en un reducido número de empresas (Open AI, Google, Microsoft, Nvidia, Qualcomm, SenseTime, Intel, IBM, HiSilicon, DJI, Apple, Amazon y Banjo) obliga a programadores, investigadores, gestores y directivos a comprender el alcance de la IA, predecir su comportamiento y controlar posibles daños colaterales derivados de su uso (Hagendorff, 2020; Etzioni y Etzioni, 2017).

Derivado de los riesgos latentes y la creciente inquietud ante la presencia de externalidades negativas por el uso de las tecnologías digitales, el estudio de la ética y la regulación ha recobrado relevancia en el contexto del desarrollo, implementación y uso de la IA en entornos digitales en la educación, los negocios y el cuidado de la salud (Hussain, Saeed, Saleem, Ashraf, Zafar y Asad, 2021).

Bajo este ambiente, la ética digital presenta una gran complejidad en sus dilemas, esto influenciado por la automatización en la toma de decisiones y el riesgo potencial asociado a dicho proceso. De esta forma, la aparición de nuevas tecnologías sustentadas en la nube, el internet de las cosas, la IA, las redes socio-digitales (Social Media) facilita la rápida exposición de productos, servicios, medios de intercambio y personas

donde la confianza de los usuarios sustenta su diferenciación (Wilson y Daughery, 2018).

Cabe destacar que la ética digital surgió desde las primeras apariciones de las tecnologías de la información y la comunicación, en la década de los setenta, orientándose en el debate de la civilización tecnológica como una nueva era en el proceso de la evolución humana (Davenport y Ronanki, 2018; Hussain, Saeed, Saleem, Ashraf, Zafar y Asad, 2021; Huang, Liu, Qian y Zhang, 2021, Li, Ruijs y Lu, 2023).

Con la irrupción de la IA, el estudio de la ética digital se concentró en cuatro áreas principales: a) su impacto en la sociedad y las organizaciones; b) la metodología de su desarrollo e implementación; c) su sistema; y d) su regulación (ver **Tabla 1**).

Tabla 1. Áreas de estudio de la ética digital en la era de la IA.

Área	Descripción	Autores
Impacto	Debido a que la IA ha cambiado económica, política y socialmente a la humanidad y ha obligado a las organizaciones a reconfigurarse se requiere adoptar comportamientos éticos y medidas de responsabilidad social digital.	Goralski y Tan (2020) Tai (2020)
Metodología	Aborda los métodos utilizados por los sistemas de IA para proporcionar funcionalidades como la predicción, el análisis de datos, el aprendizaje, las redes neuronales o la resolución de problemas.	Mahesh (2020)
Sistema	Se refiere en cómo se implementan los sistemas de IA en las organizaciones. Divide a las organizaciones en tres grupos: las que crean algoritmos de IA por sí mismas, las que diseñan productos y/o servicios que pueden incorporar IA, y las que exclusivamente la utilizan para procesar información.	Van de Poel (2020) Ribeiro, Lima, Eckhardt, y Paiva (2021).
Regulación	Analizan los marcos normativos y/o proponen una serie de disposiciones para que el uso de la IA sea seguro, transparente, trazable, no discriminatorio y respetuoso con el medio ambiente. Parte de la premisa que la IA debe estar supervisada directamente por seres humanos para evitar resultados no deseados.	Li, Ruijs y Lu (2023). O'Neil, Sargeant, y Appel (2023).

Nota: Adaptado de “Áreas de Investigación”, por Ciobanu y Meșniță, 2021, AI Ethics in Business—A Bibliometric Approach, volumen 14, página 16, 2021, Review of Economic and Business Studies.

Las primeras tres áreas concentran la mayor parte de los trabajos de investigación (Ciobanu y Meşniţă, 2021). En cuanto al análisis de las dimensiones éticas y regulatorias e la IA, aún representa un campo de estudio emergente, especialmente en América Latina, por lo que es esencial explorar sus áreas de oportunidad y los riesgos potenciales de la carencia de leyes o normas que regulen el uso de este tipo de tecnologías.

Por lo anterior expuesto, el objetivo principal de este trabajo es identificar las dimensiones éticas y regulatorias del uso de la IA en tres empresas mexicanas bajo la perspectiva de las partes interesadas o actores que intervienen en la relación empresa-cliente. Con esto se pretende generar nuevo conocimiento sobre el tema bajo el contexto latinoamericano y aportar elementos teórico-metodológicos para el debate ético en torno al uso de la IA en las organizaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente documento comprende un estudio longitudinal multicaso con la participación de tres empresas, establecidas en México, relacionadas con el uso de la IA para la mejora en la experiencia de sus clientes (chatbot, ladpage, social media). Siendo el tipo de investigación cualitativa exploratoria. Dicho diseño resulta particularmente apropiado para el propósito del trabajo de investigación debido a que el tema de la dimensión ética y regulatoria de la IA en América Latina es emergente y se cuenta con escasos estudios en este contexto.

Cabe señalar que los estudios multicaso permiten una comprensión aún más profunda de cada caso en su conjunto mediante la comparación tanto de sus similitudes como de sus diferencias (Martinsuo y Huemann, 2021; Schoch, 2020). Para analizar la información, se aplicó un proceso de dos etapas. En la primera, se examinaron los casos en forma individual, por lo que se recopiló la información mediante entrevistas semiestructuradas a 10 propietarios de cada empresa y se realizó un análisis documental sobre las políticas en materia de privacidad de datos y seguridad de la información.

Adicionalmente, se examinaron las diferentes plataformas digitales con las cuales las empresas se comunican con sus clientes. Luego, se generaron líneas de tiempo cronológicamente estructuradas de cada una de las empresas con toda la información relevante. En la segunda etapa,

se ejecutó un análisis cruzado de casos. Dicha revisión permitió identificar y comprender cómo se asociaban la dimensión ética con las prácticas llevadas a cabo por cada una de las empresas.

Como herramienta de análisis se utilizó Matriz Ética propuesta por O'Neil y Hanna (2020). Dicho instrumento identifica a las partes interesadas del algoritmo en el contexto de su uso previsto y cómo es probable que se vean afectadas por él. De acuerdo con O'Neil y Hanna (2020), cualquiera que se vea afectado por el algoritmo, incluidos sus creadores e implantadores, usuarios y otras comunidades potencialmente afectadas por su adopción, son partes interesadas. Adicionalmente, este enfoque sirve para cualquier sistema basado en reglas que afecte a las partes interesadas, incluida la IA generativa, las puntuaciones de riesgo de Big Data o los procesos descritos en un diagrama de flujo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres empresas afirmaron que el uso de la IA en su proceso de comercialización, en específico chatbot, modelos de lenguaje de gran tamaño para la elaboración de contenido en sus redes sociales y detectores de fraudes, les ha permitido generar ventajas competitivas ya que han mantenido un contacto permanente con sus clientes, contralaron el flujo de información y mejoraron la experiencia de estos. De hecho, una de las empresas decidió operar desde lo digital por lo que ahora se encuentra únicamente de forma virtual.

Además, dichas empresas mencionaron que han implementado una serie de principios que orientan su actuar en los diversos canales digitales en los que se encuentran: privacidad y seguridad de los datos; equidad e inclusión; empatía; responsabilidad; seguridad; objetividad; asertividad; competencia; fiabilidad; confianza; y altos niveles de control en las interacciones con sus clientes. Esto implicó la capacitación de los empleados y propietarios en el manejo de canales digitales, el registro de su marca, el desarrollo de estrategias de comunicación efectiva, la ejecución de las actividades relacionadas con el análisis de la información de los clientes y la participación en foros sobre ética digital.

Los clientes, de las tres empresas, externaron que su principal preocupación, al interactuar con las redes sociales de las empresas y efectuar transacciones en sus sitios web, es la privacidad de datos y la ciberseguridad. Asimismo, el uso del Chatbot y de las redes sociales trae

implícito el riesgo de la difusión de información falsa y robo de identidad (ver **Figura 1**).

Figura 1. Matriz Ética.

Partes interesadas (Clientes)	Inquietudes				
		Negativo Información falsa	Negativo Despliega información personal	Positivo Ciberseguridad	Positivo Privacidad de datos.
	Uso del Chatbot				
	Interacción en redes sociales.				
	Transacciones en sitio web.				

Nota: La matriz muestra las preocupaciones de los clientes, las cuales se identifican como: alto (rojo), medio (amarillo) y verde (bajo). De acuerdo con las empresas analizadas, únicamente se consideró como parte interesadas a sus clientes.

En consecuencia, si las empresas desearan automatizar otros procesos, mediante el uso de IA, necesita hacer un seguimiento de los riesgos a los que se encuentran expuestas las partes interesadas. Esto debe hacerse de forma específica para cada contexto y con métodos generalizados que abarquen todo, desde los diagramas de flujo hasta el aprendizaje automático generativo.

CONCLUSIÓN

En conclusión, abordar los aspectos éticos y regulatorios de la inteligencia artificial utilizando la matriz ética es crucial para asegurar que su desarrollo y aplicación sean responsables. Esta matriz ofrece un enfoque sistemático y equilibrado para evaluar los riesgos que enfrentan los involucrados, afectando tanto su privacidad como la transparencia en la implementación de la IA por parte de las empresas.

Además, es fundamental que las regulaciones se ajusten de manera dinámica para reducir los riesgos emergentes y fortalecer la confianza social en la IA. En síntesis, un enfoque que integre principios éticos con un marco regulatorio robusto no solo protege a las personas y a la sociedad, sino que también promueve la innovación de forma justa y responsable.

Finalmente, es importante reconocer que existe limitaciones en la gestión de los riesgos asociados con el uso de la IA, especialmente cuando los resultados generados son excesivamente aleatorios o carecen de coherencia. En tales casos, podría ser necesario reconsiderar el uso de la IA en ese contexto específico. La decisión sobre si continuar o no con su implementación debe ser tomada por las organizaciones, tomando en cuenta tanto sus políticas internas como las leyes y normas externas aplicables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alpaydin, E. (2021). *Machine learning*. MIT press.

Ashok, M., Madan, R., Joha, A., y Sivarajah, U. (2022). Ethical framework for Artificial Intelligence and Digital technologies. *International Journal of Information Management*, 62, 102433. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102433>.

Ciobanu, A. C., y Meșniță, G. (2021). AI Ethics in Business—A Bibliometric Approach. *Review of Economic and Business Studies*, 14(28), 169-202.

Davenport, T. H. y Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. *Harvard Business Review*, 96(1), pp. 108-116.

Etzioni, A., y Etzioni, O. (2017). Incorporating ethics into artificial intelligence. *The Journal of Ethics*, 21, 403-418. <https://doi.org/10.1007/s10892-017-9252-2>.

Goralski, M. A., y Tan, T. K. (2020). Artificial intelligence and sustainable development. *The International Journal of Management Education*, 18(1), 100330.

Harasimiuk, D. y Braun, T. (2021). *Regulating artificial intelligence: binary ethics and the law*. New York: Routledge.

Hagendorff, T. (2020). The ethics of AI ethics: An evaluation of guidelines. *Minds and machines*, 30(1), 99-120. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8>.

Hussain, S., Saeed, A., Saleem, A., Ashraf, M. U., Zafar, F., y Asad, M. M. (2021). Ethics of AI: A systematic literature review of principles and challenges. *Artificial Intelligence Review*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2109.07906>.

- Li, F., Ruijs, N., y Lu, Y. (2023). Ethics & AI: A Systematic Review on Ethical Concerns and Related Strategies for Designing with AI in Healthcare. *AI*, 4(1), 28-53. <https://doi.org/10.3390/ai4010003>.
- Mahesh, B. (2020). Machine learning algorithms-a review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 9(1), 381-386.
- Martinsuo, M., y Huemann, M. (2021). Designing case study research. *International Journal of Project Management*, 39 (5) 417-421. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2021.06.007>
- Ng, K., Chen, C., Lee, C., Jiao, J., y Yang, Z. (2021). A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives. *Advanced Engineering Informatics*, 47, 101246. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101246>
- O'Neil, C. y Hanna G. (2020). Near-Term Artificial Intelligence and the Ethical Matrix, in S. Matthew Liao (ed.), *Ethics of Artificial Intelligence*. New York: Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190905033.003.0009>.
- O'Neil, C., Sargeant, H., y Appel, J. (2023). *Explainable Fairness in Regulatory Algorithmic Auditing*. Disponible en SSRN 4598305.
- Ribeiro, J., Lima, R., Eckhardt, T., y Paiva, S. (2021). Robotic process automation and artificial intelligence in industry 4.0—a literature review. *Procedia Computer Science*, 181, 51-58.
- Schoch, K. (2020). Case study research. *Research design and methods: An applied guide for the scholar-practitioner*, 31(1), 245-258.
- Tai, M. C. T. (2020). The impact of artificial intelligence on human society and bioethics. *Tzu chi medical journal*, 32(4), 339-343.
- Van de Poel, I. (2020). Embedding values in artificial intelligence (AI) systems. *Minds and machines*, 30(3), 385-409.
- Wilson, J. y Daughery, P. (2018). Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces. *Harvard Business Review*, 96(4), pp. 114-123.
- Xu, Y., Liu, X., Cao, X., Huang, C., Liu, E., Qian, S. y Zhang, J. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *The Innovation*, 2 (4), 22-55 <https://doi.org/10.1007/s44163-022-00022-8>.

CAPÍTULO II

TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL: INNOVACIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Organizational Transformation: Innovation and Productivity in the Age of
Artificial Intelligence

CINTHIA NOEMI ZACATENCO ARELLANO¹

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo examinar la integración de la tecnología y la inteligencia artificial (IA) en la mejora de la productividad organizacional y sus implicaciones éticas y culturales. Se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos, incluyendo revisión de literatura, análisis de casos de estudio y evaluación de desafíos asociados. Los resultados mostraron que la sinergia entre IA y tecnología permite optimizar procesos, reducir costos y maximizar el rendimiento en sectores como manufactura, comercio minorista y desarrollo de productos. Casos como los de Amazon, General Electric y JP Morgan ilustraron cómo la automatización y el análisis de datos han transformado la eficiencia operativa. Sin embargo, también se identificaron desafíos significativos, como la resistencia al cambio, el alto costo de implementación y los problemas de privacidad y sesgo algorítmico. La automatización ha reconfigurado el mercado laboral, generando necesidades de reentrenamiento y planteando cuestiones éticas sobre el

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, México. Correo: zacatencoarellano@gmail.com

desempleo tecnológico y la responsabilidad en decisiones automatizadas. El estudio concluyó que, a pesar de los retos, la integración de tecnología y IA ofrece oportunidades sustanciales para la innovación y la mejora de la productividad. Las organizaciones deben equilibrar el uso de IA con una cultura organizacional sólida y estrategias éticas para maximizar los beneficios y mitigar los riesgos asociados.

Palabras clave: Productividad, Tecnología, Inteligencia Artificial (IA), Automatización, Ética, Privacidad de Datos

ABSTRACT

This study examines the integration of technology and productivity, highlighting how advancements like artificial intelligence (AI), automation, and data analytics have transformed organizational operations. The objective was to analyze how these technological advancements enhance productivity and address associated challenges. Using case studies from various industries, including manufacturing, retail, and finance, the study demonstrated that AI and automation significantly improve operational efficiency by optimizing processes, reducing costs, and increasing resource utilization. Results revealed that AI enhances predictive maintenance, inventory management, and product development, leading to greater competitive advantage. However, the research also identified challenges such as employee resistance to change, high implementation costs, and ethical issues related to data privacy and algorithmic bias. The study concluded that while technology presents substantial opportunities for productivity improvements, organizations must navigate these challenges through strategic investment in training, transparent data practices, and ethical AI deployment. Future research should focus on developing frameworks for ethical AI use and exploring further impacts on organizational culture and labor markets.

Keywords: Productivity, Technology, Artificial Intelligence (AI), Automation, Ethics, Data Privacy.

INTRODUCCIÓN

Imaginemos un centro de distribución de Amazon, donde robots inteligentes realizan tareas de clasificación y transporte, y donde la inteligencia artificial (IA) optimiza cada movimiento para maximizar la

eficiencia. Este escenario ilustra cómo la tecnología y la IA están revolucionando la productividad organizacional, transformando operaciones y modelos de negocio en una era digital en constante cambio.

El propósito de este estudio es explorar la relación entre la tecnología, particularmente la inteligencia artificial, y la productividad dentro de las organizaciones. La investigación se enfoca en cómo estos avances tecnológicos no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también plantean desafíos éticos y organizacionales. Se analiza el impacto de la automatización, el análisis de datos y la IA en diversos sectores, como la manufactura, el comercio minorista y las finanzas, para comprender mejor las implicaciones de su integración.

Antecedentes recientes destacan que la combinación de IA con tecnologías emergentes, como el internet de las cosas (IoT) y la robótica, ha permitido a las empresas automatizar procesos, reducir costos y mejorar el rendimiento. Sin embargo, también han surgido desafíos, como la resistencia al cambio, los altos costos de implementación y problemas éticos relacionados con la privacidad y el sesgo algorítmico.

La justificación de este trabajo radica en la necesidad de entender cómo las empresas pueden aprovechar las oportunidades que ofrece la tecnología mientras enfrentan estos desafíos. Los objetivos de la investigación incluyen evaluar cómo la integración de la tecnología mejora la productividad y examinar las implicaciones éticas y organizacionales. Se propone la hipótesis de que, a pesar de los beneficios significativos, las organizaciones deben abordar cuidadosamente los desafíos asociados para lograr una implementación efectiva y ética de la tecnología. Este estudio sigue una narrativa lógica de lo general a lo particular, y utiliza un enfoque diacrónico- sincrónico para contextualizar la evolución de la tecnología en relación con las prácticas actuales de las organizaciones. A través de un análisis detallado, se busca proporcionar una comprensión integral de cómo la tecnología y la IA están modelando el futuro de la productividad empresarial.

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación, se adoptó una metodología cualitativa para explorar el impacto de la tecnología y la inteligencia artificial (IA) en la productividad organizacional. El estudio se basó en un análisis exhaustivo de casos de estudio de empresas líderes como Amazon, General Electric y JP Morgan, seleccionadas por su destacada implementación de

tecnologías avanzadas. Se utilizaron fuentes primarias, como entrevistas con expertos en tecnología y reportes de empresas, así como fuentes secundarias, incluyendo literatura académica y artículos especializados, para recopilar información detallada sobre la integración tecnológica y sus efectos en la eficiencia operativa.

La muestra consistió en una selección estratégica de empresas que representan diferentes sectores, con el objetivo de obtener una visión amplia y variada de cómo la tecnología y la IA impactan la productividad en distintos contextos. El análisis se centró en la identificación de patrones y tendencias comunes en la implementación tecnológica y su relación con la productividad. Los datos fueron procesados a través de un enfoque de análisis temático, permitiendo una comprensión profunda de los casos estudiados y la extracción de conclusiones sobre los beneficios y desafíos asociados con el uso de IA y tecnología en la productividad organizacional.

Este enfoque cualitativo permitió una evaluación rica y matizada de los efectos de la tecnología en la productividad, sin la necesidad de cuantificar variables específicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. La Productividad en las Organizaciones

1.1. Definición y Factores que Influyen en la Productividad

La productividad en las organizaciones puede definirse como la relación entre los recursos utilizados (insumos) y los bienes o servicios generados (productos o resultados). Se considera un indicador clave de la eficiencia operativa y de la competitividad de una empresa (Drucker, 1999). Factores como el capital humano, la calidad de la infraestructura, y la gestión del tiempo y de los recursos tienen una influencia directa en la productividad (Grant, 2016).

El capital humano, por ejemplo, es esencial para el éxito de cualquier organización. La formación y el bienestar de los empleados están directamente relacionados con su rendimiento, lo que impacta en la productividad general. De igual manera, la infraestructura tecnológica puede acelerar procesos, mejorar la comunicación y reducir costos operativos (Teece, 2018).

1.2. Métricas de Productividad

Existen varias métricas para medir la productividad en las organizaciones. Entre las más utilizadas están el retorno sobre la inversión (ROI), la eficiencia operativa y la productividad laboral. El ROI se utiliza para evaluar la eficiencia de una inversión o para comparar la eficiencia de diferentes inversiones. La eficiencia operativa, por su parte, mide la capacidad de una organización para minimizar costos mientras maximiza su producción (Aguinis, 2019).

La productividad laboral mide la cantidad de productos o servicios generados por cada empleado en un periodo específico. Esta métrica es crucial para entender la relación entre el rendimiento del personal y los resultados organizacionales.

1.3. Importancia de la Productividad en la Competitividad Empresarial

La productividad es un factor determinante en la capacidad de una organización para competir en el mercado global. Las empresas más productivas tienden a ser más rentables y capaces de ofrecer productos o servicios a precios más competitivos. Esto les permite expandirse y ganar participación de mercado (Porter, 1985). En un entorno empresarial en constante cambio, las organizaciones deben buscar constantemente maneras de mejorar su productividad para mantenerse competitivas.

2. Tecnología y su Impacto en la Administración

2.1. Transformación Digital en las Organizaciones

La transformación digital se refiere a la integración de la tecnología en todas las áreas de una empresa, lo que resulta en cambios fundamentales en cómo se opera y se entrega valor a los clientes (Westerman et al., 2014). El uso de herramientas tecnológicas como sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) y sistemas de gestión de relaciones con clientes (CRM) ha revolucionado la administración, permitiendo una mayor visibilidad y control sobre las operaciones empresariales.

Empresas como Amazon y Walmart han implementado tecnologías avanzadas para gestionar sus cadenas de suministro, lo que les ha permitido reducir costos, optimizar tiempos y mejorar la experiencia del cliente (Brynjolfsson & Hitt, 2000).

2.2. Automatización y Software de Gestión

La automatización ha transformado el paisaje organizacional. Hoy en día, muchas tareas administrativas rutinarias, como la gestión de inventarios, el procesamiento de datos y la planificación de recursos, pueden ser automatizadas mediante software especializado (Davenport & Kirby, 2016). Esto no solo reduce el error humano, sino que también mejora la eficiencia y libera tiempo para que los empleados se concentren en tareas estratégicas.

Por ejemplo, el uso de software de gestión de proyectos ha facilitado la planificación, ejecución y monitoreo de proyectos a gran escala, lo que ha mejorado significativamente la eficiencia en la administración empresarial (McKinsey, 2020).

2.3. Desafíos de la Tecnología en la Administración

Aunque la implementación de tecnología en la administración ha traído consigo una serie de beneficios, como la automatización de procesos y la mejora en la toma de decisiones, también ha planteado diversos desafíos que las organizaciones deben enfrentar. Estos desafíos no solo son técnicos, sino también humanos y éticos, ya que las empresas deben adaptar sus culturas organizacionales y modelos de negocio para aprovechar completamente las nuevas herramientas tecnológicas. A continuación, se exploran algunos de los principales desafíos de la tecnología en la administración.

Adaptación del Personal

Uno de los mayores desafíos en la adopción de tecnología es la adaptación del personal. A medida que las empresas incorporan sistemas avanzados, como software de gestión y herramientas de inteligencia artificial, los empleados deben aprender a utilizar estas nuevas tecnologías. Sin embargo, no todos los trabajadores tienen las habilidades técnicas

necesarias, lo que puede generar una brecha de competencias dentro de la organización.

El aprendizaje de nuevas tecnologías puede ser un proceso largo y costoso, especialmente para organizaciones grandes con miles de empleados. Según un estudio realizado por McKinsey & Company (2020), el 62% de los ejecutivos considera que la falta de habilidades tecnológicas es uno de los principales obstáculos para la implementación efectiva de nuevas tecnologías. Las organizaciones deben invertir en programas de capacitación continua para asegurar que sus empleados no solo puedan adaptarse, sino también sobresalir en el uso de estas herramientas.

Este desafío también incluye la resistencia al cambio. Muchos empleados pueden sentir que la tecnología representa una amenaza para sus puestos de trabajo, lo que genera resistencia y desconfianza. Las empresas deben gestionar este cambio con delicadeza, proporcionando apoyo, comunicación clara y formación adecuada para evitar el descontento y el miedo entre los empleados (Davenport & Kirby, 2016).

Costos de Implementación

Otro gran desafío de la tecnología en la administración es el alto costo inicial de implementación. Integrar nuevas tecnologías, como inteligencia artificial, plataformas de análisis de datos o sistemas de automatización, puede ser costoso, tanto en términos de adquisición de software y hardware como en términos de tiempo y esfuerzo para su implementación. Estos costos pueden ser prohibitivos para pequeñas y medianas empresas (pymes), que a menudo carecen de los recursos financieros necesarios para adoptar las tecnologías más avanzadas (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Además de los costos directos de adquisición e instalación, existen costos ocultos, como el tiempo que los empleados necesitan para adaptarse a las nuevas herramientas, la interrupción de las operaciones durante el proceso de transición y los posibles problemas técnicos que pueden surgir en las primeras fases de implementación. Las organizaciones deben realizar un análisis cuidadoso del retorno de inversión (ROI) para asegurarse de que la implementación de nuevas tecnologías sea financieramente viable a largo plazo.

Seguridad de Datos

Con la creciente dependencia de la tecnología y los sistemas basados en la nube, las organizaciones enfrentan un desafío crítico relacionado con la seguridad de los datos. Los sistemas digitales almacenan grandes cantidades de datos sensibles, incluidos datos financieros, información sobre empleados y detalles de clientes. La ciberseguridad se ha convertido en una prioridad esencial, ya que las violaciones de datos pueden tener consecuencias graves, desde sanciones legales hasta la pérdida de la confianza de los clientes (Westerman et al., 2014).

La implementación de tecnología requiere que las empresas inviertan en sistemas de seguridad robustos para proteger sus datos contra ciberataques. Además, los administradores deben ser conscientes de las vulnerabilidades tecnológicas que pueden ser explotadas por actores malintencionados. Esto incluye la implementación de firewalls, cifrado de datos y protocolos de autenticación multifactorial. Sin embargo, garantizar la seguridad completa es un desafío continuo, ya que las amenazas evolucionan constantemente y los ciberataques se vuelven cada vez más sofisticados (Davenport & Ronanki, 2018).

Integración de Sistemas

La integración de nuevas tecnologías con los sistemas existentes es otro de los principales desafíos. Muchas organizaciones ya utilizan múltiples plataformas de software para gestionar distintas áreas de su negocio, como sistemas de gestión de inventarios, software de recursos humanos y plataformas de contabilidad. La incorporación de nuevas tecnologías puede ser complicada si estas no son compatibles con las herramientas existentes. Este problema se conoce como silos tecnológicos, donde diferentes departamentos utilizan sistemas incompatibles, lo que dificulta el flujo de información y la colaboración entre áreas.

La integración de sistemas requiere que las empresas inviertan en soluciones personalizadas o adopten plataformas de gestión unificadas que permitan la interoperabilidad de distintas herramientas. Esto no solo requiere tiempo y dinero, sino también una planificación meticulosa para garantizar que la integración se realice sin afectar negativamente las operaciones cotidianas de la organización (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Ética y Responsabilidad

La tecnología también plantea desafíos éticos que las organizaciones deben abordar. En particular, la inteligencia artificial y las herramientas de análisis de datos han generado preocupaciones sobre la privacidad de los datos, el sesgo algorítmico y la automatización. Las empresas que implementan IA deben asegurarse de que sus algoritmos sean transparentes, equitativos y responsables, especialmente en áreas sensibles como la contratación, donde los sesgos algorítmicos pueden llevar a discriminación inadvertida (Bostrom, 2014).

Además, la creciente automatización de procesos plantea preguntas sobre el futuro del empleo. A medida que las tareas repetitivas y manuales son asumidas por sistemas de IA, los empleados humanos pueden quedar desplazados. Las organizaciones deben abordar estos desafíos éticos de manera proactiva, desarrollando políticas que garanticen la responsabilidad social y la protección de los derechos de los empleados (Davenport, 2018).

Innovación Continua y Obsolescencia Tecnológica

La tecnología avanza rápidamente, lo que genera el desafío de mantenerse al día con las innovaciones. Las herramientas y sistemas que son líderes en el mercado hoy pueden quedar obsoletos en unos pocos años. Para muchas empresas, esto significa que deben estar en un proceso constante de actualización e innovación tecnológica para no quedar atrás de sus competidores.

La obsolescencia tecnológica no solo afecta a las herramientas tecnológicas, sino también a los modelos de negocio. Las empresas que no adopten nuevas tecnologías corren el riesgo de volverse menos competitivas. Sin embargo, este proceso de innovación continua puede resultar costoso y difícil de gestionar, especialmente para empresas que operan en mercados altamente dinámicos (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

3. Inteligencia Artificial en la Administración Moderna

3.1. Qué es la Inteligencia Artificial Aplicada a la Administración

La inteligencia artificial se refiere a la capacidad de una máquina para imitar funciones cognitivas humanas, como el aprendizaje y la resolución de problemas (Russell & Norvig, 2016). En la administración, la IA se está

utilizando para automatizar tareas, mejorar la toma de decisiones y optimizar procesos.

3.2. Impacto de la IA en la Administración: Desarrollo Detallado Toma de Decisiones

La inteligencia artificial ha mejorado significativamente la toma de decisiones dentro de las organizaciones. Tradicionalmente, los gerentes y líderes empresariales tomaban decisiones basadas en su experiencia, intuición y análisis de datos limitados. Sin embargo, con la incorporación de la IA, los procesos de toma de decisiones se han vuelto mucho más precisos y basados en datos masivos.

Los algoritmos de aprendizaje automático pueden procesar enormes cantidades de información en tiempo real y analizar patrones que a menudo pasan desapercibidos para los humanos. Estas herramientas permiten a los ejecutivos obtener una visión más completa de las tendencias del mercado, el comportamiento de los consumidores y la eficiencia operativa. Además, la IA puede prever escenarios futuros a través de modelos predictivos, proporcionando recomendaciones basadas en posibles resultados. Esto no solo minimiza el riesgo de decisiones equivocadas, sino que también optimiza los recursos y mejora la capacidad de respuesta ante situaciones cambiantes (Davenport, 2018).

Por ejemplo, empresas como Google y Amazon utilizan IA para tomar decisiones sobre el lanzamiento de nuevos productos, basándose en análisis avanzados de datos de consumidores, competidores y tendencias. Estas decisiones basadas en datos permiten anticipar el impacto en el mercado y ajustar las estrategias con mayor precisión.

Además, la IA también se está utilizando en la optimización de decisiones financieras. Herramientas como los sistemas de IA en contabilidad y gestión financiera pueden analizar datos históricos y en tiempo real para recomendar decisiones que optimicen el flujo de caja, reduzcan los costos y mejoren la rentabilidad (Russell & Norvig, 2016).

Planeación

La planeación estratégica ha sido una de las funciones más beneficiadas por la inteligencia artificial. En el pasado, los gerentes confiaban en métodos tradicionales para desarrollar planes a largo plazo, basados en análisis retrospectivos de datos. Con la IA, la planeación ha adquirido una

nueva dimensión: las herramientas de IA no solo analizan datos históricos, sino que también proyectan escenarios futuros, lo que permite a las organizaciones anticiparse a cambios del mercado y ajustar sus planes de manera proactiva.

Un ejemplo claro de este impacto es el uso de la IA en planeación financiera y planeación de la demanda. Empresas como Walmart utilizan IA para predecir las necesidades futuras de inventario en función de patrones de compra, datos climáticos y eventos estacionales. Esto permite a los gerentes ajustar los niveles de inventario y los horarios de producción, optimizando tanto los recursos como los costos (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

La IA también permite la optimización dinámica de planes de negocio en tiempo real. Por ejemplo, las plataformas avanzadas de IA pueden identificar oportunidades de mercado emergentes y ajustar automáticamente las estrategias de crecimiento, o sugerir cambios en los recursos de capital o personal. Esta capacidad de ajustar la planeación en función de datos actualizados y en tiempo real convierte a la IA en una herramienta indispensable para la administración moderna (Davenport, 2018).

Manejo de Nóminas

La automatización de la nómina es un área clave donde la IA está revolucionando la administración. Procesos que antes requerían de una intervención manual significativa, como el cálculo de salarios, la gestión de beneficios y el cumplimiento de normativas fiscales, ahora pueden ser gestionados automáticamente por sistemas de IA.

El uso de algoritmos de aprendizaje automático ha permitido a las empresas automatizar tareas repetitivas, como la actualización de la nómina en función de las horas trabajadas, la antigüedad y las bonificaciones de los empleados. Además, los sistemas de IA pueden identificar errores en tiempo real y corregirlos automáticamente, reduciendo el riesgo de imprecisiones y garantizando un proceso de pago más eficiente y preciso (Bessen, 2019).

Otra ventaja clave es el cumplimiento normativo. Las leyes fiscales y laborales cambian con frecuencia, y mantenerse actualizado con estas regulaciones puede ser un desafío. Los sistemas de IA pueden ajustarse automáticamente a las nuevas regulaciones, asegurando que las nóminas cumplan con las leyes vigentes, evitando sanciones y errores costosos

(Russell & Norvig, 2016). Por último, los sistemas de nómina basados en IA pueden analizar los datos de los empleados para ofrecer insights sobre el rendimiento, ausentismo y patrones de horas extras, permitiendo a los gerentes tomar decisiones más informadas sobre la compensación y la gestión de personal.

Home Office (Trabajo Remoto)

El trabajo remoto ha crecido exponencialmente en los últimos años, y la IA ha jugado un papel fundamental en su facilitación y gestión. Antes, el monitoreo y la supervisión de empleados remotos era un desafío, pero con la IA, las organizaciones ahora pueden rastrear la productividad y eficiencia de los empleados en tiempo real, independientemente de su ubicación física.

Las plataformas de colaboración y productividad basadas en IA, como Microsoft Teams o Slack, utilizan algoritmos para analizar la interacción de los empleados, proporcionando métricas de productividad y sugerencias para mejorar la eficiencia. Estas herramientas permiten a los gerentes identificar áreas donde se requiere más apoyo o ajustar las cargas de trabajo para maximizar el rendimiento (Davenport & Kirby, 2016).

Además, la IA ayuda a mejorar la experiencia del empleado remoto. Por ejemplo, asistentes virtuales basados en IA pueden automatizar tareas administrativas, como la programación de reuniones o la gestión de correos electrónicos, permitiendo que los empleados se concentren en tareas más estratégicas. También pueden analizar el bienestar emocional de los empleados remotos a través del análisis de patrones de trabajo, sugiriendo descansos o actividades que mejoren el equilibrio entre el trabajo y la vida personal (Russell & Norvig, 2016).

Asimismo, los sistemas de IA también permiten a las organizaciones detectar fraudes o comportamientos no deseados en el trabajo remoto, mediante el análisis de patrones de trabajo que indican posibles problemas de seguridad.

Gestión de Almacenes

La gestión de almacenes es otra área donde la IA está teniendo un impacto significativo. Los almacenes tradicionales han sido reemplazados por almacenes inteligentes que utilizan IA y robótica para optimizar cada etapa del proceso logístico.

Un ejemplo claro es el uso de robots autónomos en almacenes como los de Amazon, que utilizan IA para gestionar el almacenamiento, la recolección y el transporte de productos. Estos robots, guiados por algoritmos de IA, pueden moverse por el almacén con precisión, reduciendo errores y mejorando la eficiencia operativa (Brynjolfsson & McAfee, 2017). Además, estos sistemas pueden trabajar las 24 horas del día sin interrupciones, lo que acelera el procesamiento de pedidos y reduce los tiempos de entrega.

La gestión de inventarios también ha sido mejorada por la IA. Los sistemas inteligentes pueden analizar patrones de venta, comportamientos de los consumidores y tendencias del mercado para prever las necesidades de inventario, ajustando automáticamente los niveles de stock. Esto no solo reduce los costos de almacenamiento, sino que también mejora la eficiencia operativa, minimizando las interrupciones en la cadena de suministro (Davenport, 2018).

Finalmente, la IA ayuda a optimizar las rutas de distribución y gestionar la logística en tiempo real. Los sistemas de IA analizan factores como el tráfico, las condiciones meteorológicas y la demanda para sugerir las mejores rutas de transporte, mejorando la puntualidad de las entregas y reduciendo costos operativos.

Instrucciones Automatizadas y Gestión de Procesos

La emisión de instrucciones y la gestión de procesos se han vuelto más ágiles y precisas gracias a la IA. Tradicionalmente, los gerentes dedicaban mucho tiempo a distribuir tareas entre los equipos y garantizar que los procesos se ejecutaran de manera eficiente. Con la IA, muchas de estas tareas se han automatizado.

Por ejemplo, los asistentes virtuales de IA pueden asignar automáticamente tareas a los empleados en función de su carga de trabajo actual y habilidades. Estos sistemas pueden identificar qué empleados están más capacitados para ejecutar una tarea específica y enviarles instrucciones detalladas sobre cómo realizarla. Esto no solo mejora la eficiencia, sino que también garantiza que los empleados estén aprovechando al máximo sus habilidades (Davenport & Ronanki, 2018).

Además, los sistemas de IA en la gestión de procesos permiten que las organizaciones supervisen los flujos de trabajo en tiempo real, ajustando automáticamente los procesos en función de las circunstancias. Por ejemplo, si un paso en la cadena de producción se ralentiza, la IA puede redirigir recursos o ajustar los plazos automáticamente, garantizando que el proceso continúe sin interrupciones (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

3.3. Áreas de la Administración Transformadas por la IA

La inteligencia artificial ha tenido un impacto considerable en diversas áreas clave de la administración empresarial, permitiendo automatizar procesos y mejorar la eficiencia en la toma de decisiones. A continuación, se detallan algunas de las áreas más transformadas por la IA:

Recursos Humanos

En el área de recursos humanos, la IA ha revolucionado los procesos de selección de personal, evaluación del desempeño y gestión del talento. Las plataformas de IA permiten analizar grandes volúmenes de datos sobre candidatos, como currículums, evaluaciones psicométricas y entrevistas, para predecir el éxito potencial de un empleado en una posición determinada. Esto no solo agiliza los procesos de contratación, sino que también mejora la precisión al seleccionar a los mejores candidatos (Bessen, 2019).

Además, la IA está transformando el proceso de evaluación del desempeño, permitiendo un análisis continuo y en tiempo real del rendimiento de los empleados. Los algoritmos de IA pueden monitorear y analizar datos sobre la productividad de los empleados, generando recomendaciones personalizadas para mejorar su rendimiento. Estos sistemas también ayudan a identificar las necesidades de formación, optimizando los programas de capacitación y desarrollo del talento (Jain et al., 2019).

Finanzas

El uso de IA en las finanzas ha facilitado la automatización de tareas complejas, como la planificación financiera, la auditoría y la gestión del riesgo. La IA permite a las empresas analizar grandes cantidades de datos financieros de manera rápida y eficiente, ayudando a detectar patrones, prever resultados financieros y gestionar el riesgo de manera más efectiva. Un ejemplo notable es el uso de IA para el análisis predictivo, que permite a las organizaciones prever flujos de caja, identificar posibles problemas financieros y tomar decisiones estratégicas para optimizar sus recursos (Davenport, 2018).

Otro campo donde la IA ha marcado una diferencia significativa es en la detección de fraudes. Algoritmos avanzados de aprendizaje automático analizan transacciones en tiempo real, identificando comportamientos sospechosos o fuera de lo común que podrían indicar un fraude. Esto ha mejorado considerablemente la capacidad de las empresas para detectar y prevenir el fraude financiero, protegiendo tanto a la organización como a sus clientes (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Marketing

En el marketing, la IA está transformando la manera en que las empresas interactúan con sus clientes y desarrollan sus estrategias de mercado. Los sistemas de IA son capaces de analizar grandes volúmenes de datos sobre el comportamiento de los consumidores, lo que permite a las empresas personalizar sus campañas publicitarias y ajustar sus estrategias de marketing en tiempo real. Por ejemplo, los algoritmos de IA pueden segmentar automáticamente a los consumidores en función de sus preferencias y comportamientos de compra, creando mensajes y ofertas personalizados que mejoran las tasas de conversión (Davenport & Kirby, 2016).

Además, los chatbots impulsados por IA están cambiando la forma en que las empresas gestionan el servicio al cliente. Estos sistemas pueden manejar consultas básicas y resolver problemas de los clientes de manera eficiente y rápida, reduciendo la carga sobre los equipos de atención al cliente y mejorando la experiencia del usuario. El uso de IA en el marketing también se extiende a la optimización de precios, la predicción de tendencias de consumo y la mejora en la gestión de la relación con los clientes (CRM) (Jain et al., 2019).

Logística y Operaciones

La IA ha transformado las operaciones y la logística en muchas organizaciones, particularmente en empresas que dependen de cadenas de suministro complejas. A través de algoritmos de IA, las empresas pueden optimizar sus cadenas de suministro al prever la demanda, ajustar los niveles de inventario y gestionar el transporte de manera más eficiente. El análisis predictivo impulsado por IA permite a las empresas anticiparse a problemas como escasez de productos, retrasos en la entrega y fluctuaciones en la demanda, mejorando la planificación y reduciendo los costos operativos (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Las fábricas inteligentes también han adoptado tecnologías de IA para monitorear el estado de las máquinas y prever fallos antes de que ocurran. Esto, a su vez, reduce el tiempo de inactividad y aumenta la productividad general de las operaciones. Un ejemplo claro es el uso de sensores inteligentes que recopilan datos en tiempo real sobre la maquinaria, y algoritmos de IA que procesan estos datos para generar alertas sobre posibles fallos antes de que causen interrupciones importantes (Tegmark, 2017).

Toma de Decisiones Estratégicas

Finalmente, la IA está transformando la toma de decisiones estratégicas a nivel organizacional. Los sistemas de análisis basados en IA permiten a los ejecutivos acceder a insights más profundos y basados en datos, lo que mejora la calidad y precisión de las decisiones estratégicas. El uso de algoritmos de IA en la toma de decisiones también ayuda a identificar nuevas oportunidades de negocio, prever riesgos y generar modelos de negocio más eficientes y sostenibles (Russell & Norvig, 2016).

En este sentido, la IA no solo se utiliza para optimizar decisiones operativas, sino que también está ayudando a los líderes empresariales a desarrollar estrategias a largo plazo más robustas y basadas en datos. Esto es particularmente útil en mercados que cambian rápidamente, donde la capacidad de reaccionar a tiempo es crucial para el éxito (Davenport, 2018).

3.4. Ejemplos de Éxito en la Implementación de IA

Un ejemplo destacado de la implementación de IA es el de IBM, que utiliza su plataforma Watson para ayudar a las organizaciones a tomar

decisiones más informadas. Watson ha sido utilizado en sectores como la salud, finanzas y servicios legales para mejorar la productividad y reducir los costos operativos (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

3.5. El Futuro de la IA en la Administración

La inteligencia artificial (IA) continúa evolucionando a un ritmo acelerado, y su impacto en la administración de organizaciones se espera que sea aún más profundo en los próximos años. Las tendencias emergentes sugieren que la IA no solo será una herramienta auxiliar para mejorar la eficiencia, sino que se convertirá en una pieza central en la transformación de las organizaciones. A continuación, se describen algunas de las áreas clave donde se prevé que la IA jugará un rol fundamental en la administración futura.

Automatización Avanzada y Robótica

Una de las tendencias más significativas en la administración será la evolución hacia la automatización avanzada. Aunque ya existen tecnologías que automatizan procesos operativos, la futura generación de IA estará equipada con capacidades aún más complejas. Estas incluyen la habilidad de aprender de forma autónoma a partir de datos sin necesidad de intervención humana, lo que permitirá que los sistemas de IA se adapten a cambios en tiempo real y optimicen procesos automáticamente (Tegmark, 2017).

Por ejemplo, la combinación de IA con robótica promete transformar sectores industriales y logísticos. Los robots impulsados por IA podrán gestionar inventarios, ejecutar operaciones de ensamblaje y realizar tareas de mantenimiento predictivo, todo de manera más eficiente que cualquier sistema actual. En la administración de recursos humanos y operaciones, los gerentes podrán delegar muchas tareas repetitivas y complejas a la IA, permitiendo que los empleados se concentren en actividades estratégicas de alto valor (Davenport, 2018).

Toma de Decisiones Estratégicas Basada en Datos

La toma de decisiones a nivel estratégico es una de las áreas donde la IA está destinada a tener un impacto más transformador. En la actualidad, las empresas ya están utilizando IA para analizar datos a gran escala y generar recomendaciones basadas en patrones que podrían pasar desapercibidos para los humanos. Sin embargo, el futuro de la IA en este campo promete ir mucho más allá. Los sistemas de IA futuros serán capaces de simular escenarios complejos y realizar análisis predictivos que anticipen el comportamiento del mercado y las posibles respuestas a decisiones estratégicas (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Esto será especialmente útil en industrias que dependen de la anticipación de tendencias, como la moda, la tecnología y el consumo masivo. La IA permitirá a los líderes empresariales desarrollar planes a largo plazo basados en datos precisos y en simulaciones de múltiples escenarios, ayudando a minimizar los riesgos e incrementar las oportunidades de éxito (Tegmark, 2017).

Inteligencia Artificial Emocional y Experiencia del Cliente

Una tendencia emergente es el desarrollo de la IA emocional, una rama que tiene como objetivo reconocer, interpretar y responder a las emociones humanas. En el futuro, la IA podrá interactuar con empleados y clientes de manera más empática, lo que tendrá un impacto significativo en la administración del servicio al cliente y la gestión de equipos (Davenport & Kirby, 2016). Los sistemas de IA emocional podrán analizar el tono de voz, la expresión facial y el lenguaje corporal de los clientes, ajustando sus respuestas en función de las emociones detectadas.

Esto podría cambiar por completo la forma en que las empresas gestionan la atención al cliente, ofreciendo experiencias mucho más personalizadas y satisfactorias. En términos de administración, los líderes podrán contar con herramientas que les ayuden a mejorar el clima organizacional y el bienestar de sus empleados, a través del monitoreo de indicadores emocionales y la recomendación de acciones preventivas para evitar conflictos o mejorar la moral del equipo (Russell & Norvig, 2016).

IA y el Trabajo Colaborativo

A medida que la IA se integra más profundamente en las organizaciones, el trabajo colaborativo entre humanos y máquinas será cada vez más

común. Se espera que los futuros sistemas de IA no reemplacen a los trabajadores humanos, sino que colaboren con ellos para aumentar su productividad. Los sistemas de IA colaborativa podrán analizar las tareas que realiza cada empleado, identificar oportunidades de mejora y proporcionar asistencia en tiempo real (Bessen, 2019).

Además, las plataformas de IA serán capaces de fomentar el trabajo en equipo a través de la asignación automática de roles en proyectos, la optimización de los flujos de trabajo y la identificación de áreas donde la intervención humana es necesaria para complementar las capacidades de la IA. Esta sinergia entre humanos y máquinas permitirá a las organizaciones ser más ágiles y adaptarse mejor a los cambios del mercado (Davenport & Ronanki, 2018).

Desafíos Éticos y Regulatorios

A pesar de los avances, el uso de la IA en la administración también plantea desafíos significativos en términos de ética y regulación. A medida que la IA se vuelve más autónoma y toma decisiones críticas, surgen preguntas sobre la responsabilidad en caso de errores o fallos. ¿Quién es responsable cuando un sistema de IA toma una decisión incorrecta que afecta negativamente a una empresa o a sus clientes? Estos dilemas éticos requieren el desarrollo de marcos legales claros y normativas que regulen el uso de la IA en la administración (Bostrom, 2014).

Además, la transparencia será un tema clave. Las empresas tendrán que ser capaces de explicar cómo funcionan sus algoritmos de IA y cómo toman decisiones, especialmente en áreas sensibles como la contratación de personal, la asignación de recursos y la determinación de precios. La IA en el futuro deberá ser no solo eficiente, sino también justa y ética en su aplicación (Russell & Norvig, 2016).

Personalización y Adaptabilidad en Tiempo Real

La IA futura se caracterizará por su capacidad de adaptarse a las necesidades específicas de cada organización en tiempo real. La personalización será una característica clave de las soluciones de IA, permitiendo que los sistemas se ajusten a las preferencias de los usuarios y a las demandas del entorno organizacional. Esto significa que la IA podrá ofrecer recomendaciones y soluciones basadas en las particularidades de

cada organización, desde pequeñas empresas hasta grandes corporaciones multinacionales (Davenport, 2018).

Por ejemplo, en el ámbito de la producción, los sistemas de IA podrán ajustar automáticamente las líneas de producción en función de las fluctuaciones de la demanda, garantizando una mayor eficiencia. En las áreas de ventas y marketing, la IA podrá identificar cambios en las preferencias de los consumidores y adaptar las estrategias de manera proactiva. Esta capacidad de adaptación en tiempo real dará lugar a organizaciones más ágiles y competitivas (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

4. Productividad y Tecnología: Un Enfoque Integrado

La relación entre tecnología y productividad ha sido un tema de interés creciente en el mundo empresarial. En las últimas décadas, el avance tecnológico ha revolucionado la manera en que las organizaciones operan, logrando no solo mejorar su eficiencia, sino también transformar por completo sus modelos de negocio. El uso de tecnologías como la automatización, el análisis de datos, y la inteligencia artificial (IA) ha permitido a las empresas optimizar procesos, reducir costos y maximizar el rendimiento de sus recursos. Este enfoque integrado entre productividad y tecnología es fundamental para que las organizaciones se mantengan competitivas en un entorno global en constante cambio.

La Sinergia entre Tecnología e Inteligencia Artificial para Mejorar la Productividad

La sinergia entre la tecnología y la inteligencia artificial (IA) es una de las fuerzas más poderosas que está impulsando mejoras sustanciales en la productividad organizacional. La IA, combinada con otras tecnologías como la robótica, el internet de las cosas (IoT) y el análisis de big data, permite a las empresas automatizar tareas, analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real y tomar decisiones más informadas y precisas.

Uno de los aspectos más importantes de esta sinergia es la capacidad de la IA para aumentar la eficiencia operativa. Por ejemplo, en sectores como la manufactura, la IA se utiliza para optimizar procesos de producción mediante el análisis predictivo. Los sistemas inteligentes pueden prever cuándo es probable que una máquina falle, lo que permite realizar mantenimiento preventivo en lugar de reactivo, reduciendo el

tiempo de inactividad y mejorando la eficiencia operativa (Davenport & Ronanki, 2018).

En otros sectores, como el comercio minorista, la IA y la tecnología también han mejorado la gestión del inventario. Las herramientas basadas en IA pueden analizar datos de ventas, tendencias de consumo y patrones de compra para prever la demanda futura con mayor precisión. Esto no solo optimiza los niveles de inventario, sino que también ayuda a reducir el desperdicio y los costos de almacenamiento, mejorando así la productividad y la rentabilidad (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Otra área clave donde la sinergia entre tecnología e IA impacta la productividad es en el desarrollo de productos. Las herramientas de diseño asistido por IA permiten a los ingenieros y diseñadores crear y probar nuevos productos de manera más rápida y eficiente, utilizando simulaciones virtuales que ahorran tiempo y recursos. Esto acelera el proceso de innovación y reduce los tiempos de desarrollo, lo que es fundamental para mantenerse competitivo en industrias de rápido movimiento (Westerman et al., 2014).

Casos de Estudio

Los casos de estudio muestran cómo la integración de IA y tecnología ha transformado la productividad en diversas industrias. Un ejemplo destacado es el caso de Amazon, que ha logrado utilizar la IA y la robótica para mejorar significativamente la eficiencia en sus centros de distribución. Amazon emplea robots impulsados por IA que manejan tareas de clasificación y transporte dentro de sus almacenes, lo que reduce el tiempo que los empleados humanos necesitan para recolectar y empaquetar productos. Esta automatización no solo ha mejorado la productividad, sino que también ha permitido a la empresa manejar volúmenes de pedidos mucho mayores sin aumentar proporcionalmente su plantilla de empleados (Stone, 2020).

Otro ejemplo es el de General Electric (GE), que ha implementado IA en su división de energía para optimizar el mantenimiento de turbinas y otros equipos industriales. Los sensores instalados en las turbinas recopilan grandes cantidades de datos sobre su rendimiento, los cuales son analizados por sistemas de IA que pueden predecir fallos antes de que ocurran. Este enfoque basado en datos ha permitido a GE reducir significativamente el tiempo de inactividad no planificado y los costos

asociados, mejorando así la productividad en toda su operación (Davenport, 2018).

Por otro lado, en el sector financiero, empresas como JP Morgan han adoptado soluciones de IA para automatizar la revisión de contratos y documentos legales. El sistema de IA "COIN" (Contract Intelligence) analiza contratos complejos en segundos, tarea que antes requería cientos de horas de trabajo humano. Esta automatización ha permitido a JP Morgan reducir los errores y mejorar la eficiencia de sus procesos legales, lo que se traduce en una mayor productividad en sus operaciones de cumplimiento normativo (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Desafíos y Oportunidades de la Integración Tecnológica

A pesar de los enormes beneficios que la integración tecnológica ofrece en términos de productividad, también existen desafíos que las organizaciones deben enfrentar. Uno de los principales desafíos es la resistencia al cambio por parte de los empleados. La adopción de nuevas tecnologías a menudo requiere una reconfiguración de las funciones laborales y el desarrollo de nuevas habilidades, lo que puede generar resistencia en el personal que teme perder su trabajo o que no se siente preparado para trabajar con tecnología avanzada (Bessen, 2019).

Para superar esta resistencia, las empresas deben invertir en programas de capacitación y reentrenamiento que ayuden a los empleados a desarrollar las habilidades necesarias para utilizar eficazmente las nuevas herramientas tecnológicas. Además, la gestión del cambio organizacional juega un papel crucial en la integración exitosa de la tecnología. Las empresas deben involucrar a sus empleados desde el principio, comunicando claramente los beneficios de la tecnología y ofreciendo apoyo durante el proceso de adaptación (Davenport & Kirby, 2016).

Otro desafío importante es el costo de implementación. La tecnología, especialmente las soluciones avanzadas de IA y automatización, puede ser costosa de implementar, lo que supone una barrera importante para las pequeñas y medianas empresas (pymes). Estas empresas deben evaluar cuidadosamente su retorno sobre la inversión (ROI) y buscar formas de implementar la tecnología de manera escalonada, comenzando con áreas críticas que ofrezcan el mayor impacto en la productividad (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

A pesar de estos desafíos, las oportunidades que ofrece la tecnología para mejorar la productividad son inmensas. La automatización de procesos permite a las empresas lograr más con menos, mejorando la eficiencia sin necesidad de aumentar significativamente su personal. Además, la tecnología permite a las empresas ser más ágiles, ajustando rápidamente sus operaciones en respuesta a cambios en el mercado o en la demanda. Esto es particularmente importante en industrias como el comercio minorista y la fabricación, donde los cambios en la demanda pueden tener un impacto significativo en la rentabilidad (Westerman et al., 2014).

Un área de gran potencial es el uso de análisis de datos para la optimización de la cadena de suministro. Las herramientas de análisis impulsadas por IA pueden prever retrasos en la cadena de suministro, optimizar rutas de transporte y gestionar inventarios de manera más eficiente. Esto no solo reduce los costos operativos, sino que también mejora la capacidad de respuesta de la empresa frente a cambios en la demanda o interrupciones en la cadena de suministro (Davenport & Ronanki, 2018).

Finalmente, la integración de tecnología e IA también crea nuevas oportunidades para la innovación. Las empresas que adoptan un enfoque tecnológico pueden desarrollar productos y servicios más rápido que sus competidores, lo que les permite mantener una ventaja competitiva en el mercado. Además, la IA permite a las empresas identificar nuevas oportunidades de negocio mediante el análisis de tendencias emergentes y patrones de consumo que antes eran difíciles de detectar (Bessen, 2019).

5. Implicaciones Éticas y Organizacionales del Uso de IA

A medida que la inteligencia artificial (IA) se integra cada vez más en las organizaciones, surgen nuevas preguntas sobre las implicaciones éticas y organizacionales de su implementación. Si bien la IA ofrece numerosos beneficios, como la mejora en la productividad, la automatización de tareas y la toma de decisiones más precisa, también plantea serios desafíos éticos y organizacionales que las empresas deben abordar de manera proactiva. La IA no es solo una herramienta técnica; su impacto se extiende a la cultura organizacional, la privacidad, la equidad y la forma en que las organizaciones interactúan con sus empleados y clientes.

Ética y Privacidad

Uno de los mayores desafíos que plantea la IA es el manejo de datos sensibles. En la era del big data, las empresas recopilan enormes cantidades de información sobre sus empleados, clientes y operaciones, y estos datos son utilizados por sistemas de IA para generar insights, tomar decisiones automatizadas y optimizar procesos. Sin embargo, la privacidad de los datos es una preocupación crítica.

Por ejemplo, en el ámbito de los recursos humanos, la IA puede ser utilizada para analizar datos de empleados para tomar decisiones sobre contratación, promociones o despidos. Sin embargo, el uso de algoritmos para procesar estos datos plantea preguntas sobre la transparencia y la responsabilidad. ¿Hasta qué punto son transparentes los algoritmos de IA? ¿Cómo pueden las empresas garantizar que los empleados comprendan cómo se toman decisiones que afectan sus carreras? Estos problemas de transparencia son fundamentales, ya que los empleados y clientes podrían sentirse vulnerables o explotados si no entienden cómo se utilizan sus datos (Bostrom, 2014).

Además, los datos recopilados y procesados por la IA pueden ser mal utilizados o robados si no se protegen adecuadamente. Las organizaciones deben implementar estrictas políticas de ciberseguridad y establecer prácticas de gestión de datos responsables para evitar filtraciones o violaciones que podrían poner en riesgo la privacidad de los empleados y clientes. Esto implica no solo invertir en tecnología de seguridad, sino también desarrollar una cultura organizacional que valore la privacidad y proteja los derechos individuales (Westerman et al., 2014).

Reconfiguración del Mercado Laboral

La IA ha generado una reconfiguración significativa en el mercado laboral, lo que plantea retos éticos y organizacionales para las empresas. La automatización y la capacidad de los sistemas de IA para realizar tareas repetitivas o rutinarias de manera más eficiente que los humanos ha llevado al desplazamiento de algunos roles tradicionales, especialmente en sectores como la manufactura, el transporte y la atención al cliente (Bessen, 2019). Aunque la automatización puede mejorar la eficiencia y reducir costos, también genera preocupaciones sobre el desempleo tecnológico. A medida que la IA asume más tareas, algunas funciones laborales pueden desaparecer, lo que deja a los empleados vulnerables al

desempleo o la subocupación. Este fenómeno plantea un desafío ético para las empresas, que deben encontrar formas de mitigar el impacto negativo de la automatización en sus trabajadores.

Una solución clave es el reentrenamiento o "reskilling" de los empleados. Las organizaciones tienen la responsabilidad de invertir en programas de formación para ayudar a los trabajadores a adquirir nuevas habilidades que les permitan adaptarse a los cambios en el mercado laboral. Por ejemplo, empleados cuyo trabajo ha sido reemplazado por la automatización pueden ser reentrenados en áreas que requieren capacidades cognitivas más avanzadas, como la gestión de tecnología, el análisis de datos o la supervisión de sistemas de IA (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Sin embargo, no todas las organizaciones han tomado medidas proactivas en este sentido, lo que genera tensiones éticas sobre el papel de las empresas en la reubicación laboral y la justicia económica. A largo plazo, las empresas que adopten una visión ética y responsable en su uso de la IA, ayudando a sus empleados a adaptarse a la nueva realidad laboral, tendrán una ventaja competitiva, ya que promoverán una fuerza laboral más comprometida y adaptable.

Sesgo Algorítmico y Discriminación

El sesgo algorítmico es otro desafío ético importante relacionado con la IA. Los algoritmos de IA están diseñados para procesar grandes volúmenes de datos y tomar decisiones basadas en patrones detectados en esos datos. Sin embargo, los datos que se utilizan para entrenar a estos algoritmos pueden estar impregnados de sesgos históricos o sociales, lo que puede llevar a resultados injustos o discriminatorios.

Un ejemplo claro es el uso de IA en la contratación de personal. Empresas de todo el mundo han comenzado a utilizar herramientas de IA para analizar currículos, realizar entrevistas y seleccionar candidatos. Sin embargo, si los datos utilizados para entrenar estos sistemas contienen sesgos relacionados con el género, la raza o la edad, los algoritmos pueden reproducir y perpetuar esos sesgos, excluyendo a candidatos calificados simplemente por características demográficas (O'Neil, 2016).

Para mitigar este riesgo, las organizaciones deben realizar auditorías periódicas de sus sistemas de IA para identificar y corregir sesgos. Además, es esencial que las empresas utilicen una amplia variedad

de datos para entrenar a sus algoritmos y que adopten políticas de transparencia para garantizar que los procesos de IA sean justos y equitativos. Esto también implica el desarrollo de equipos diversos que puedan evaluar críticamente los resultados de los algoritmos y sugerir mejoras para evitar la discriminación (Bostrom, 2014).

Responsabilidad y Toma de Decisiones Automatizada

Otro desafío ético clave es la responsabilidad cuando los sistemas de IA toman decisiones automatizadas que afectan a los empleados o a los clientes. En un entorno en el que cada vez más decisiones críticas, como la concesión de créditos, la evaluación del desempeño o la asignación de recursos, se delegan a la IA, surge la pregunta: ¿quién es responsable si la IA toma una decisión incorrecta o perjudicial?

Por ejemplo, en el ámbito financiero, los sistemas de IA pueden analizar el historial de crédito de una persona y decidir si debe recibir un préstamo. Si el sistema niega un préstamo basándose en datos incorrectos o sesgados, ¿quién debe asumir la responsabilidad? ¿La empresa que implementó el sistema, el programador que diseñó el algoritmo o la propia IA? Estas son preguntas complejas que aún no tienen respuestas claras en muchos entornos legales y regulatorios (Russell & Norvig, 2016).

Para abordar este problema, las organizaciones deben implementar mecanismos de responsabilidad clara en el uso de IA. Esto significa que debe haber supervisión humana en las decisiones más críticas, asegurando que las decisiones automatizadas puedan ser revisadas y, si es necesario, modificadas. Además, las empresas deben ser transparentes con sus clientes y empleados sobre cómo y por qué se toman decisiones automatizadas, para generar confianza y reducir el riesgo de que las personas se sientan indefensas frente a la IA (Davenport, 2018).

El Papel de la IA en la Cultura Organizacional

La IA no solo afecta a la productividad y la eficiencia operativa de las empresas, sino también a su cultura organizacional. A medida que más decisiones se automatizan y los empleados interactúan con sistemas de IA en su trabajo diario, la cultura de una organización puede verse transformada. La dependencia de la tecnología puede llevar a una menor interacción humana en ciertas áreas, lo que podría afectar negativamente

al sentido de comunidad y colaboración entre los empleados. Para evitar este problema, las organizaciones deben esforzarse por equilibrar el uso de IA con la necesidad de mantener una cultura organizacional sólida. Esto puede implicar la creación de espacios de colaboración humana, donde los empleados puedan trabajar juntos en tareas creativas o estratégicas que no pueden ser automatizadas. Además, es crucial que las empresas promuevan una mentalidad de innovación, alentando a los empleados a utilizar la IA como una herramienta para mejorar su trabajo en lugar de verla como una amenaza (Westerman et al., 2014).

CONCLUSIÓN

La investigación realizada ha puesto de manifiesto la trascendencia que la tecnología, particularmente la inteligencia artificial (IA), ejerce sobre la productividad organizacional en la actualidad. La evolución tecnológica ha transformado los métodos operativos, ofreciendo herramientas avanzadas para la automatización, el análisis de datos y la optimización de procesos. Estos avances han permitido a las empresas mejorar su eficiencia, reducir costos y adaptarse rápidamente a un entorno empresarial en constante cambio.

A lo largo de la investigación, se ha explorado cómo la sinergia entre IA y otras tecnologías emergentes, como la robótica y el Internet de las Cosas (IoT), ha impulsado mejoras significativas en la productividad. Los casos de estudio de empresas como Amazon, General Electric (GE) y JP Morgan han ilustrado de manera concreta cómo estas tecnologías pueden transformar los procesos operativos y generar beneficios sustanciales.

En el caso de Amazon, la implementación de robots impulsados por IA en sus centros de distribución ha revolucionado el manejo de inventarios y el proceso de envío. Los robots realizan tareas de clasificación y transporte con alta precisión y eficiencia, reduciendo el tiempo requerido para recolectar y empaquetar productos. Esta automatización ha permitido a Amazon manejar un volumen de pedidos mucho mayor sin necesidad de aumentar proporcionalmente su plantilla de empleados. La mejora en la eficiencia operativa no solo ha contribuido a una mayor capacidad de respuesta ante la demanda, sino que también ha permitido a Amazon mantener su posición competitiva en el mercado global. Este ejemplo subraya cómo la integración de tecnologías avanzadas puede transformar los modelos de negocio tradicionales y ofrecer ventajas competitivas significativas.

Por su parte, General Electric ha aplicado la IA en su división de energía para optimizar el mantenimiento de turbinas y otros equipos industriales. Los sensores instalados en las turbinas recopilan grandes volúmenes de datos sobre su rendimiento, que luego son analizados por sistemas de IA. Estos sistemas pueden prever fallos antes de que ocurran, lo que permite a GE realizar mantenimiento preventivo en lugar de reactivo. Esta capacidad predictiva ha reducido significativamente el tiempo de inactividad no planificado y los costos asociados, mejorando la productividad y la eficiencia operativa en toda la organización. El caso de GE destaca la importancia de utilizar datos en tiempo real para anticipar problemas y optimizar los procesos, lo que resulta en una mayor estabilidad operativa y un mejor aprovechamiento de los recursos.

En el ámbito financiero, JP Morgan ha adoptado soluciones de IA para automatizar la revisión de contratos y documentos legales mediante el sistema COIN (Contract Intelligence). Este sistema analiza contratos complejos en segundos, una tarea que anteriormente requería cientos de horas de trabajo humano. La automatización ha permitido a JP Morgan reducir errores, acelerar el proceso de revisión y mejorar la eficiencia de sus operaciones legales. Este ejemplo ilustra cómo la IA puede transformar funciones administrativas y legales, facilitando la toma de decisiones y optimizando procesos internos. La capacidad de la IA para procesar y analizar grandes volúmenes de información de manera rápida y precisa ofrece ventajas significativas en la gestión de documentos y en el cumplimiento normativo.

A pesar de los beneficios evidentes de la integración tecnológica, la investigación también ha identificado varios desafíos importantes que las organizaciones deben enfrentar. Uno de los principales desafíos es la resistencia al cambio por parte de los empleados. La adopción de nuevas tecnologías a menudo requiere una reconfiguración de las funciones laborales y el desarrollo de nuevas habilidades, lo que puede generar incertidumbre y resistencia en el personal. Para superar esta resistencia, las empresas deben invertir en programas de capacitación y reentrenamiento que ayuden a los empleados a adaptarse a las nuevas herramientas tecnológicas. La gestión del cambio organizacional juega un papel crucial en la integración exitosa de la tecnología, y las empresas deben involucrar a sus empleados desde el principio, comunicando claramente los beneficios y ofreciendo apoyo durante el proceso de adaptación.

Otro desafío significativo es el costo de implementación de tecnologías avanzadas, como la IA y la automatización. Estos costos pueden ser una barrera importante para las pequeñas y medianas

empresas (pymes), que deben evaluar cuidadosamente su retorno sobre la inversión (ROI) y buscar formas de implementar la tecnología de manera escalonada. Las pymes pueden comenzar con áreas críticas que ofrezcan el mayor impacto en la productividad y expandir gradualmente su uso de tecnología. Además, es esencial que las empresas desarrollen estrategias para maximizar el valor de sus inversiones en tecnología, asegurando que se obtengan beneficios tangibles y sostenibles.

La investigación también ha resaltado la necesidad de abordar cuestiones éticas relacionadas con la privacidad, la equidad y la responsabilidad en el uso de la IA. La recopilación y el análisis de grandes volúmenes de datos plantean preocupaciones sobre la privacidad y la protección de la información personal. Las organizaciones deben implementar políticas de ciberseguridad estrictas y establecer prácticas de gestión de datos responsables para evitar filtraciones y violaciones que puedan poner en riesgo la privacidad de empleados y clientes. La transparencia en el uso de datos y la comunicación clara con los stakeholders son esenciales para construir confianza y proteger los derechos individuales.

La reconfiguración del mercado laboral es otro aspecto crítico que la investigación ha abordado. La automatización y la IA han llevado al desplazamiento de algunos roles tradicionales, especialmente en sectores como la manufactura y el transporte. Esto plantea desafíos éticos sobre el desempleo tecnológico y la responsabilidad de las empresas en la reubicación laboral. Las organizaciones tienen la responsabilidad de invertir en programas de formación y reentrenamiento para ayudar a los trabajadores a adquirir nuevas habilidades y adaptarse a los cambios en el mercado laboral. La adopción de una visión ética en el uso de la IA, que promueva la equidad y la justicia económica, es fundamental para garantizar una transición justa y sostenible para todos los empleados.

Otro desafío ético importante es el sesgo algorítmico. Los algoritmos de IA pueden reproducir y perpetuar sesgos históricos o sociales presentes en los datos utilizados para entrenarlos. Esto puede resultar en decisiones injustas o discriminatorias en áreas como la contratación de personal. Para mitigar este riesgo, las organizaciones deben realizar auditorías periódicas de sus sistemas de IA, utilizar una amplia variedad de datos para entrenar los algoritmos y adoptar políticas de transparencia para garantizar procesos justos y equitativos. La formación de equipos diversos que puedan evaluar críticamente los resultados de los algoritmos y sugerir mejoras es esencial para evitar la discriminación y promover la equidad.

Finalmente, la investigación ha destacado que la integración de tecnología e IA también crea nuevas oportunidades para la innovación. Las empresas que adoptan un enfoque tecnológico pueden desarrollar productos y servicios más rápidamente que sus competidores, manteniendo una ventaja competitiva en el mercado. La capacidad de la IA para identificar nuevas oportunidades de negocio mediante el análisis de tendencias emergentes y patrones de consumo es un activo valioso para la innovación y el crecimiento empresarial. Las organizaciones que adoptan la tecnología como una herramienta para mejorar su trabajo y fomentar la innovación pueden posicionarse favorablemente en un entorno empresarial dinámico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinis, H. (2019). *_Performance Management for Dummies_*. Wiley.
- Bessen, J. (2019). AI and Jobs: The Role of Demand. Harvard Business Review. Recuperado de <https://hbr.org>
- Bostrom, N. (2014). *_Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies_*. Oxford University Press.
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (2000). *_Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance_*. Journal of Economic Perspectives.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *_The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies_*. W.W. Norton & Company.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *_Machine, Platform, Crowd: Harnessing Our Digital Future_*. W.W. Norton & Company.
- Davenport, T. H. (2018). *_The AI Advantage: How to Put the Artificial Intelligence Revolution to Work_*. MIT Press.
- Davenport, T. H., & Kirby, J. (2016). *_Only Humans Need Apply: Winners and Losers in the Age of Smart Machines_*. Harper Business.
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). *_Artificial Intelligence for the Real World_*. Harvard Business Review.
- Drucker, P. F. (1999). *_Management Challenges for the 21st Century_*. Harper Business. Grant, R. M. (2016). *_Contemporary Strategy Analysis_*. Wiley.

- Hitt, L., & Brynjolfsson, E. (2000). *Productivity, Business Profitability, and Consumer Surplus: Three Different Measures of Information Technology Value*. MIS Quarterly.
- Jain, A., Mani, S., & Aggarwal, S. (2019). *Artificial Intelligence and its Impact on Financial Services*. Journal of Financial Services Marketing.
- McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2017). *Machine, Platform, Crowd: Harnessing Our Digital Future*. W.W. Norton & Company.
- McKinsey. (2020). *Automation and the Workforce: Competing with Machines*. McKinsey & Company.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.
- Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3^a ed.). Pearson.
- Stone, B. (2020). *Amazon Unbound: Jeff Bezos and the Invention of a Global Empire*. Simon & Schuster.
- Teece, D. J. (2018). *Dynamic Capabilities and Strategic Management: Organizing for Innovation and Growth*. Oxford University Press.
- Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence*. Penguin Random House.
- Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Harvard Business Review Press.

CAPÍTULO III

EL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS RECURSOS HUMANOS: OPORTUNIDADES, DESAFÍOS Y FUTURO

**The Impact of Artificial Intelligence on Human Resources: Opportunities,
Challenges, and Future**

MARLENE ATENEA GRIMALDO RAMÍREZ¹

RESUMEN

Este artículo explora cómo la inteligencia artificial (IA) está transformando el campo de los recursos humanos (RR. HH.), con un enfoque en sus aplicaciones, beneficios, desafíos y el futuro de su implementación. La IA está revolucionando procesos clave como el reclutamiento, la selección de personal, la automatización de tareas administrativas y la evaluación del desempeño. A través de la automatización y el análisis de datos, la IA ha permitido a las empresas ser más eficientes, reducir costos y tomar decisiones más objetivas y basadas en datos. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías plantea desafíos importantes, como el sesgo algorítmico, la falta de transparencia y el riesgo de deshumanización del trabajo. Asimismo, la protección de la privacidad de los datos y la necesidad de una supervisión humana adecuada son factores cruciales para asegurar un uso ético de la IA. A medida que la tecnología avanza, el futuro de la IA en RR. HH. promete una personalización extrema en la gestión del talento, mejoras en la

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Correo: athenas.grimm@gmail.com

experiencia del empleado y un mayor uso de herramientas predictivas para la planificación estratégica de la fuerza laboral. No obstante, será fundamental encontrar un equilibrio entre la tecnología y la interacción humana para maximizar sus beneficios sin comprometer la equidad y el bienestar de los empleados. Este artículo ofrece un análisis integral de las oportunidades y riesgos que la IA plantea en el ámbito de los recursos humanos, proporcionando recomendaciones para su adopción efectiva y ética.

Palabras clave: Inteligencia artificial, recursos humanos, automatización, gestión del talento, ética laboral, evaluación del desempeño.

ABSTRACT

This article explores how artificial intelligence (AI) is transforming the field of human resources (HR), with a focus on its applications, benefits, challenges, and the future of its implementation. AI is revolutionizing key processes such as recruitment, personnel selection, administrative task automation, and performance evaluation. Through automation and data analysis, AI has enabled companies to become more efficient, reduce costs, and make more objective, data-driven decisions. However, the adoption of these technologies presents significant challenges, such as algorithmic bias, lack of transparency, and the risk of dehumanizing the workplace. Additionally, safeguarding data privacy and the need for adequate human oversight are crucial factors to ensure ethical use of AI. As technology advances, the future of AI in HR promises extreme personalization in talent management, improvements in the employee experience, and greater use of predictive tools for strategic workforce planning. Nonetheless, it will be essential to strike a balance between technology and human interaction to maximize its benefits without compromising fairness and employee well-being. This article provides a comprehensive analysis of the opportunities and risks that AI poses in the field of human resources, offering recommendations for its effective and ethical adoption.

Keywords: Artificial Intelligence, Human Resources, Automation, Talent Management, Workplace Ethics, Performance Evaluation.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha irrumpido en numerosos campos, transformando procesos y redefiniendo las dinámicas laborales. Uno de los sectores donde su impacto es más evidente es el de los recursos humanos (RR. HH.), donde la IA ha empezado a reemplazar, automatizar o asistir en diversas tareas relacionadas con la gestión del talento, el reclutamiento, y la evaluación del desempeño de los empleados. Según [citar informe de una fuente relevante en APA], la adopción de IA en RR. HH. ha aumentado un X% en los últimos cinco años, lo que refleja su creciente importancia.

Este artículo pretende analizar las principales aplicaciones de la IA en los recursos humanos, los beneficios y los desafíos que presenta, y las perspectivas futuras para su implementación efectiva. Asimismo, se abordarán las implicaciones éticas y legales que acompañan a esta tecnología, dado que su adopción plantea cuestiones cruciales relacionadas con la privacidad, la equidad y el empleo a largo plazo.

1. APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN RECURSOS HUMANOS

La IA está cambiando la forma en que los departamentos de RR. HH. realizan muchas de sus funciones clave. A continuación, se detallan algunas de las aplicaciones más relevantes:

1.1 RECLUTAMIENTO Y SELECCIÓN DE PERSONAL

El reclutamiento y la selección de personal son dos de los procesos más críticos en el ámbito de los recursos humanos. Elegir al candidato adecuado no solo tiene un impacto significativo en el desempeño de una organización, sino que también puede influir en su cultura y capacidad de innovación. Sin embargo, estos procesos a menudo requieren tiempo, esfuerzo y recursos considerables, especialmente cuando hay grandes volúmenes de candidatos involucrados.

La inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta valiosa para enfrentar los desafíos asociados con el reclutamiento, ya que puede automatizar y optimizar muchas de las tareas que tradicionalmente realizaban los profesionales de recursos humanos. La implementación de IA en este campo ha permitido que las empresas aceleren el proceso de

selección, mejoren la precisión en la identificación de talento, y reduzcan los costos asociados al reclutamiento.

1.1.1 FILTRADO Y CRIBADO DE CANDIDATOS

El primer paso en el proceso de selección, conocido como cribado o filtrado de candidatos, puede ser extremadamente tedioso, especialmente en organizaciones que reciben cientos o miles de currículos para una sola vacante. Aquí es donde la IA ha demostrado ser particularmente eficaz. Las herramientas de inteligencia artificial pueden analizar automáticamente grandes cantidades de solicitudes de empleo y filtrar a los candidatos que no cumplen con los requisitos básicos del puesto.

Por ejemplo, los sistemas basados en IA pueden evaluar los currículos y las cartas de presentación en cuestión de segundos, buscando palabras clave relevantes, habilidades, y experiencia laboral que coincidan con las descripciones del puesto. Estos algoritmos permiten reducir significativamente el tiempo que los reclutadores dedican a esta tarea. Según un estudio de LinkedIn (2020), el uso de IA en el cribado de candidatos puede reducir el tiempo dedicado a esta etapa en un 75%.

Además, algunas plataformas, como HireVue y Pymetrics, han desarrollado herramientas que combinan el cribado de currículos con evaluaciones iniciales de los candidatos, que pueden incluir entrevistas en video o juegos cognitivos diseñados para medir las habilidades blandas y la inteligencia emocional de los postulantes. Esto permite a los reclutadores obtener una visión más completa de los candidatos antes de avanzar a las siguientes fases del proceso de selección.

1.1.2 ENTREVISTAS AUTOMATIZADAS

Otro avance importante en el uso de IA en el reclutamiento es la introducción de entrevistas automatizadas. Algunas empresas han empezado a utilizar entrevistas en video impulsadas por IA para evaluar a los candidatos de manera más eficiente. En este tipo de entrevistas, los candidatos responden a preguntas pregrabadas, y el sistema de IA analiza sus respuestas verbales y no verbales.

La tecnología de reconocimiento facial y procesamiento de lenguaje natural (NLP, por sus siglas en inglés) permite a los algoritmos de IA evaluar aspectos como el tono de voz, la expresión facial, la velocidad del

habla, y el contenido de las respuestas. El objetivo es identificar características clave como la confianza, la adaptabilidad, o la capacidad de resolver problemas. Este tipo de entrevistas no solo permiten ahorrar tiempo, sino que también proporcionan a los reclutadores datos objetivos para tomar decisiones informadas.

Por ejemplo, HireVue utiliza un algoritmo de IA que analiza más de 25.000 datos extraídos de las respuestas en video para calificar a los candidatos según su adecuación al puesto (Chen et al., 2020). Sin embargo, este tipo de tecnología ha generado controversias, ya que algunos críticos argumentan que el uso de IA en entrevistas puede perpetuar sesgos inconscientes y discriminar a candidatos por motivos como su apariencia o tono de voz (Raghavan et al., 2020).

1.1.3 MATCHING Y COINCIDENCIA DE TALENTO

Una de las mayores promesas de la IA en el reclutamiento es su capacidad para hacer coincidir a los candidatos con los puestos de trabajo de manera más precisa que los humanos. Tradicionalmente, los reclutadores han basado sus decisiones en currículos y entrevistas, lo que puede llevar a omitir candidatos con un gran potencial pero que no destacan en un formato tradicional de entrevista.

Los algoritmos de coincidencia de IA utilizan análisis predictivos para identificar a los candidatos con mayor probabilidad de tener éxito en un puesto específico. Estos algoritmos no solo tienen en cuenta las habilidades y la experiencia de los candidatos, sino también factores como la compatibilidad con la cultura de la empresa y el estilo de trabajo del equipo. De esta manera, la IA puede sugerir a candidatos que quizás no habrían sido seleccionados en un proceso de reclutamiento tradicional.

Además, los sistemas de IA pueden aprender de los procesos de contratación anteriores para mejorar su precisión en futuras búsquedas. Si un empleado contratado a través de un proceso de IA demuestra ser exitoso en el puesto, el algoritmo ajusta sus criterios de selección para futuras contrataciones, basándose en patrones de datos que pueden haber pasado desapercibidos para los humanos (Leavy, 2018).

1.1.4 SESGO ALGORÍTMICO Y DESAFÍOS ÉTICOS

A pesar de las muchas ventajas de la IA en el reclutamiento, su implementación también plantea desafíos significativos, especialmente en lo que respecta al sesgo algorítmico. Los algoritmos de IA se entrenan utilizando datos históricos, y si los datos están sesgados (por ejemplo, si en el pasado se ha favorecido a candidatos de un determinado grupo demográfico), el sistema puede replicar estos sesgos, perpetuando desigualdades.

Un caso emblemático de sesgo algorítmico ocurrió en Amazon, donde el sistema de reclutamiento basado en IA que la compañía desarrolló durante varios años mostró una tendencia a penalizar los currículos de mujeres, ya que estaba entrenado con datos de contrataciones anteriores que favorecían a los hombres en puestos técnicos (Dastin, 2018). Como resultado, el sistema aprendió a valorar menos a las candidatas femeninas para roles relacionados con la tecnología, lo que llevó a la empresa a abandonar este proyecto.

Los expertos en ética tecnológica han señalado que es fundamental que las empresas que adoptan IA en el reclutamiento monitoreen continuamente el rendimiento de estos sistemas y realicen auditorías regulares para asegurarse de que los algoritmos no discriminen por raza, género, edad u otros factores protegidos. La transparencia en la toma de decisiones es clave para ganar la confianza tanto de los candidatos como de los empleados (Binns, 2020).

1.1.5 TRANSPARENCIA Y EXPLICABILIDAD DE LA IA

Un desafío adicional relacionado con el uso de IA en el reclutamiento es la falta de transparencia en los procesos de toma de decisiones de los algoritmos. Los sistemas de IA, especialmente aquellos basados en aprendizaje automático (machine learning), pueden ser verdaderas "cajas negras" en las que es difícil entender cómo se llegó a una conclusión específica.

La "explicabilidad" (explainability) de la IA es un área en desarrollo que busca ofrecer a los reclutadores y candidatos más claridad sobre cómo los algoritmos toman decisiones. Algunas empresas están desarrollando herramientas que permiten desglosar los resultados de los algoritmos en componentes comprensibles para los usuarios humanos, lo que ayuda a evitar el uso de criterios sesgados o injustos. La Unión Europea ha implementado regulaciones que requieren que las decisiones automatizadas en procesos de contratación sean explicadas claramente a

los candidatos, un enfoque que busca proteger los derechos individuales y la equidad en el proceso (Goodman & Flaxman, 2017).

1.1.6 MEJORA DE LA EXPERIENCIA DEL CANDIDATO

Además de mejorar la eficiencia en el proceso de selección, la IA también puede mejorar la experiencia del candidato. El uso de chatbots en plataformas de reclutamiento, por ejemplo, permite a los candidatos obtener respuestas instantáneas a sus preguntas sobre el proceso de selección, recibir actualizaciones sobre el estado de su solicitud, o programar entrevistas de manera automática.

Este tipo de interacciones personalizadas y en tiempo real no solo mejoran la percepción de la empresa por parte de los candidatos, sino que también pueden reducir la tasa de abandono de los procesos de selección. Un estudio de IBM (2019) encontró que los candidatos que tienen una experiencia positiva durante el proceso de selección tienen el doble de probabilidades de aceptar una oferta de empleo y un 38% más de probabilidades de recomendar a la empresa a otros.

1.2 AUTOMATIZACIÓN DE TAREAS ADMINISTRATIVAS

La automatización de tareas administrativas es una de las áreas donde la inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser más efectiva y disruptiva dentro del ámbito de los recursos humanos. Los departamentos de RR. HH. suelen estar sobrecargados con tareas rutinarias y repetitivas que, aunque esenciales para el funcionamiento diario de una organización, no aportan un valor estratégico directo. La implementación de IA para automatizar estas tareas no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también libera tiempo para que los profesionales de RR. HH. se concentren en aspectos más estratégicos, como la gestión del talento, el bienestar de los empleados y la planificación de la fuerza laboral.

1.2.1 PROCESOS AUTOMATIZABLES

Existen numerosos procesos administrativos en RR. HH. que son susceptibles de ser automatizados mediante IA y tecnologías relacionadas,

como el machine learning y la automatización robótica de procesos (RPA, por sus siglas en inglés). Algunos de los procesos más comunes incluyen:

- **Gestión de nóminas:** La administración de los pagos y beneficios de los empleados es una tarea clave dentro de RR. HH. Sin embargo, suele ser propensa a errores humanos y puede consumir una cantidad significativa de tiempo y recursos. Las plataformas basadas en IA pueden automatizar la gestión de nóminas, asegurando que los empleados reciban sus salarios a tiempo y con precisión, mientras se consideran deducciones fiscales, bonificaciones y otros ajustes. Esto no solo minimiza los errores, sino que también reduce la carga administrativa (Deloitte, 2021).

- **Seguimiento y control de la asistencia:** La gestión de los horarios de trabajo, las ausencias, los días de baja y las horas extra de los empleados es otra tarea repetitiva que puede automatizarse fácilmente. Los sistemas de IA pueden rastrear la asistencia mediante el uso de sensores, software de reconocimiento facial o tarjetas de proximidad, lo que permite a las empresas recopilar y gestionar estos datos sin intervención humana. Estos sistemas también pueden enviar alertas automáticas si se detectan irregularidades en los patrones de asistencia (López & Fernández, 2021).

- **Programación de entrevistas y reuniones:** Los procesos de reclutamiento a menudo implican coordinar múltiples entrevistas y reuniones entre candidatos y empleados. La IA puede automatizar la programación de estas entrevistas, enviando invitaciones y recordatorios automáticos a los participantes, ajustando horarios y reprogramando citas en función de la disponibilidad de todos los involucrados. Esto no solo ahorra tiempo, sino que también evita errores y malentendidos en la coordinación (Smith et al., 2023).

- **Gestión de beneficios y prestaciones:** La administración de los beneficios de los empleados, como los seguros de salud, los planes de pensiones y otros beneficios corporativos, puede ser un proceso complicado y que requiere mucho tiempo. Los sistemas de IA pueden automatizar la gestión y actualización de estos beneficios, proporcionando a los empleados acceso a portales donde pueden revisar, seleccionar y modificar sus prestaciones de forma automática. Esto mejora la experiencia del empleado y reduce la carga sobre los equipos de RR. HH. (IBM, 2019).

- **Onboarding (integración de nuevos empleados):** El proceso de incorporación de nuevos empleados también puede automatizarse en gran medida mediante IA. Desde la generación y firma de contratos hasta la programación de sesiones de formación inicial y la entrega de

credenciales, la IA puede gestionar estos procesos de forma eficiente. Los chatbots impulsados por IA pueden responder preguntas frecuentes de los nuevos empleados y guiarlos a través del proceso de incorporación, mejorando su experiencia y reduciendo la necesidad de intervención humana (LinkedIn, 2021).

1.2.2 BENEFICIOS DE LA AUTOMATIZACIÓN EN R.R. H.H.

La automatización de tareas administrativas mediante IA en recursos humanos ofrece una serie de beneficios clave que tienen un impacto directo tanto en la eficiencia operativa como en la experiencia de los empleados. Entre los principales beneficios se incluyen:

- **Ahorro de tiempo y aumento de la eficiencia:** La automatización de procesos repetitivos y rutinarios permite que los profesionales de RR. HH. dediquen menos tiempo a tareas administrativas y se concentren en áreas más estratégicas. Esto se traduce en una mayor eficiencia operativa y en un uso más efectivo del tiempo y los recursos humanos dentro de la organización. Según un estudio de McKinsey (2020), la automatización puede aumentar la eficiencia en hasta un 30% en los departamentos de RR. HH.

- **Reducción de errores humanos:** Las tareas administrativas, como la gestión de nóminas o la programación de entrevistas, son propensas a errores cuando se realizan de manera manual. Estos errores pueden generar problemas significativos, como retrasos en los pagos o confusiones en los calendarios de los empleados. La automatización mediante IA minimiza estos errores, garantizando que los procesos se realicen de manera precisa y consistente.

- **Costos operativos más bajos:** Al automatizar procesos que anteriormente requerían intervención humana, las empresas pueden reducir los costos operativos asociados con la contratación de personal adicional o con la corrección de errores. Los sistemas de IA pueden realizar tareas las 24 horas del día, lo que elimina la necesidad de mantener grandes equipos administrativos dedicados a estas tareas.

- **Mejora de la experiencia del empleado:** La IA no solo automatiza procesos, sino que también mejora la experiencia del empleado al proporcionar acceso a información y servicios de forma rápida y eficiente. Por ejemplo, los empleados pueden consultar sus beneficios, gestionar sus solicitudes de vacaciones o acceder a su historial de nóminas de manera

autónoma, lo que reduce la dependencia de los equipos de RR. HH. y mejora la satisfacción general de los trabajadores.

- Cumplimiento normativo: Las normativas laborales y fiscales pueden ser complejas y cambiantes. Los sistemas de IA pueden actualizarse automáticamente para cumplir con las leyes y regulaciones más recientes, lo que ayuda a las empresas a evitar sanciones y cumplir con sus obligaciones legales. Esto es particularmente útil en áreas como la gestión de nóminas, donde los errores en los cálculos fiscales pueden tener consecuencias legales.

1.2.3 DESAFÍOS ASOCIADOS A LA AUTOMATIZACIÓN

A pesar de sus numerosos beneficios, la automatización de tareas administrativas en RR. HH. también plantea una serie de desafíos que las empresas deben abordar cuidadosamente para asegurar una implementación efectiva.

- Adaptación de la fuerza laboral: La automatización puede generar preocupaciones entre los empleados sobre la posible pérdida de empleos, especialmente en funciones administrativas. Es importante que las empresas gestionen este cambio de manera adecuada, proporcionando a los empleados oportunidades de reciclaje profesional (reskilling) y desarrollo de nuevas competencias que les permitan adaptarse a roles más estratégicos y menos operativos (Santos & Méndez, 2020).

- Integración con sistemas heredados: Muchas organizaciones aún dependen de sistemas de software antiguos o heredados que no siempre son compatibles con las soluciones de IA más recientes. La integración de la IA con estos sistemas puede ser costosa y complicada, lo que requiere una inversión significativa en infraestructura tecnológica.

- Riesgos de seguridad de los datos: La automatización de procesos mediante IA implica el manejo de grandes volúmenes de datos personales de los empleados, incluidos datos financieros y de rendimiento. Esto plantea riesgos en términos de privacidad y seguridad de los datos. Las organizaciones deben asegurarse de que sus sistemas cumplan con las normativas de protección de datos, como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) en Europa, para evitar posibles sanciones y garantizar la seguridad de la información de los empleados (Wachter, 2020).

- **Mantenimiento de la supervisión humana:** Aunque la automatización puede mejorar la eficiencia, es crucial que los procesos automatizados cuenten con una supervisión humana adecuada. La IA puede tomar decisiones erróneas o basadas en datos incompletos, por lo que es importante que los equipos de RR. HH. mantengan un control sobre los procesos automatizados y realicen ajustes cuando sea necesario (Binns, 2020).

1.2.4 IMPACTO A LARGO PLAZO EN LA GESTIÓN DEL TALENTO

La automatización de tareas administrativas mediante IA no solo transforma las operaciones cotidianas de los departamentos de RR. HH., sino que también tiene implicaciones a largo plazo en la gestión del talento y en la estrategia organizacional. Al liberar tiempo y recursos, la automatización permite a los profesionales de RR. HH. concentrarse en iniciativas de mayor impacto, como el desarrollo de una cultura corporativa sólida, la retención de talento y la mejora del bienestar de los empleados.

En el futuro, es probable que la IA juegue un papel aún más destacado en la gestión del talento, con la automatización expandiéndose hacia áreas más estratégicas, como la planificación de la plantilla y el desarrollo profesional personalizado. Esto permitirá a las organizaciones tomar decisiones más rápidas y basadas en datos sobre la contratación, la promoción y la retención de empleados, lo que podría mejorar significativamente la competitividad de las empresas en un entorno empresarial cada vez más dinámico y global.

1.3 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

La evaluación del desempeño es una de las áreas críticas en la gestión de recursos humanos, ya que permite a las organizaciones medir la productividad, el cumplimiento de objetivos y el potencial de desarrollo de los empleados. Tradicionalmente, este proceso ha sido altamente subjetivo y, en algunos casos, influenciado por sesgos humanos. Con la introducción de la inteligencia artificial (IA), la evaluación del desempeño se ha vuelto más precisa, objetiva y basada en datos, lo que está transformando la manera en que las empresas gestionan el talento y toman decisiones sobre promociones, compensaciones y desarrollo profesional.

1.3.1. EVALUACIONES BASADAS EN DATOS

Una de las principales innovaciones que aporta la IA en la evaluación del desempeño es su capacidad para realizar evaluaciones basadas en el análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real. Los sistemas de IA pueden recopilar y analizar información relacionada con la productividad diaria de los empleados, su interacción con colegas, la calidad de su trabajo, y otros indicadores clave de rendimiento (KPI). Esto permite a los gerentes tener una visión más completa y precisa del desempeño de sus equipos.

Por ejemplo, la IA puede analizar datos de proyectos, resultados de ventas, niveles de compromiso en plataformas internas o incluso el número de tareas completadas dentro de los plazos establecidos. Este enfoque basado en datos elimina muchos de los sesgos subjetivos que a menudo afectan las evaluaciones tradicionales, permitiendo que las decisiones se tomen de manera más objetiva (Smith et al., 2023). Además, este tipo de análisis puede ayudar a identificar patrones de comportamiento que los responsables de RR. HH. pueden no haber notado, lo que permite una toma de decisiones proactiva y más alineada con los objetivos organizacionales.

1.3.2. FEEDBACK EN TIEMPO REAL

Tradicionalmente, las evaluaciones de desempeño se realizaban de manera anual o semestral, lo que a menudo dejaba a los empleados sin retroalimentación clara durante largos periodos de tiempo. Con la implementación de IA, las evaluaciones pueden realizarse de manera continua, ofreciendo retroalimentación en tiempo real basada en el desempeño diario de los empleados.

Las plataformas impulsadas por IA pueden generar informes de rendimiento automatizados, lo que permite a los empleados y a sus supervisores obtener información constante sobre su progreso, fortalezas y áreas de mejora. Esta retroalimentación continua es valiosa porque permite a los empleados ajustar su comportamiento y mejorar su desempeño antes de la evaluación formal. Un estudio de Deloitte (2021) encontró que el 79% de los empleados que reciben retroalimentación constante mejoran su desempeño en comparación con aquellos que solo reciben evaluaciones anuales.

Además, las evaluaciones continuas fomentan una cultura de mejora constante, donde el enfoque se desplaza de simplemente cumplir con objetivos anuales a mejorar de manera progresiva y responder rápidamente a los desafíos del entorno laboral. La IA puede, por ejemplo, identificar rápidamente si un empleado está teniendo dificultades en áreas específicas y recomendar acciones de formación o desarrollo profesional antes de que el problema se agrave.

1.3.3. EVALUACIÓN DE HABILIDADES BLANDAS Y COMPORTAMIENTOS

Además de medir la productividad y el rendimiento en términos cuantitativos, la IA también ha comenzado a evaluar habilidades blandas como la comunicación, la inteligencia emocional, la capacidad de trabajar en equipo y la adaptabilidad. Las herramientas de análisis de comportamiento impulsadas por IA pueden identificar cómo interactúan los empleados entre sí, cómo manejan los conflictos y cómo se desempeñan en situaciones de presión.

Por ejemplo, algunos sistemas de IA utilizan el procesamiento de lenguaje natural (NLP) y el análisis de sentimientos para evaluar la calidad de las interacciones de los empleados en correos electrónicos, chats o reuniones. Estos sistemas pueden proporcionar información sobre el tono, el nivel de empatía y la claridad en la comunicación, lo que es particularmente útil en entornos donde las habilidades interpersonales son críticas para el éxito de un equipo (García & Ramos, 2020).

Asimismo, algunos sistemas de IA avanzados utilizan reconocimiento facial y otros sensores para analizar comportamientos no verbales durante presentaciones o reuniones, evaluando factores como la confianza, la persuasión y el liderazgo. Esto ayuda a las organizaciones a identificar líderes potenciales dentro de sus equipos o a detectar posibles problemas de compromiso o motivación entre los empleados.

1.3.4. BENEFICIOS DE LA EVALUACIÓN AUTOMATIZADA DEL DESEMPEÑO

La evaluación del desempeño automatizada mediante IA presenta una serie de beneficios clave para las organizaciones, entre ellos:

- **Objetividad y precisión:** La IA elimina gran parte de los sesgos humanos que pueden influir en las evaluaciones tradicionales, como el favoritismo, los prejuicios inconscientes o el efecto de halo, donde un solo

aspecto positivo o negativo afecta la evaluación general. Al basarse en datos objetivos, la IA garantiza que los empleados sean evaluados de manera más justa y precisa (Martínez, 2022).

- **Mejora de la motivación y el compromiso:** Al proporcionar retroalimentación continua y en tiempo real, la IA permite a los empleados sentirse más conectados con sus objetivos y progresar de manera activa en su carrera profesional. Esto puede mejorar la motivación y el compromiso de los empleados, ya que se sienten valorados y respaldados en su desarrollo.

- **Identificación temprana de problemas:** Los sistemas de IA pueden identificar problemas en el desempeño de los empleados antes de que estos se conviertan en un problema mayor. Por ejemplo, si un empleado muestra signos de disminución de productividad o una baja en el compromiso, los gerentes pueden intervenir a tiempo para ofrecer apoyo adicional, ajustar las cargas de trabajo o revisar las condiciones laborales.

- **Optimización del desarrollo profesional:** La IA puede personalizar el desarrollo de los empleados al identificar áreas específicas de mejora y sugerir programas de formación o desarrollo de habilidades adaptados a cada individuo. Esto crea un entorno de aprendizaje continuo, donde los empleados pueden mejorar sus competencias de manera proactiva y alineada con los objetivos de la organización (Huang & Rust, 2021).

1.3.5. DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE IA PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO

Si bien la evaluación del desempeño mediante IA ofrece numerosos beneficios, también enfrenta varios desafíos que las organizaciones deben abordar para garantizar una implementación adecuada.

- **Sesgo algorítmico:** A pesar de la objetividad que puede ofrecer la IA, los sistemas de evaluación automatizados no están exentos de sesgo algorítmico. Si los datos con los que se entrena el sistema de IA contienen sesgos, estos pueden perpetuarse y afectar negativamente la evaluación de ciertos grupos de empleados, como mujeres, minorías o personas mayores (Nguyen & Robinson, 2019). Las organizaciones deben monitorear continuamente los resultados de la IA y realizar auditorías para asegurarse de que las evaluaciones sean justas e imparciales.

- **Falta de interacción humana:** Aunque la IA puede automatizar la retroalimentación y las evaluaciones, es importante que las

organizaciones no pierdan el componente humano en el proceso. La retroalimentación personal y las conversaciones cara a cara siguen siendo fundamentales para el desarrollo profesional y el bienestar emocional de los empleados. Los responsables de RR. HH. deben asegurarse de que la IA se utilice como una herramienta complementaria y no como un sustituto de la interacción humana (Kellogg et al., 2020).

- **Privacidad de los datos:** Los sistemas de IA que evalúan el desempeño de los empleados recopilan grandes cantidades de datos personales, lo que plantea preocupaciones en torno a la privacidad y el uso ético de esa información. Las organizaciones deben asegurarse de que los datos recopilados se utilicen exclusivamente con fines de evaluación y desarrollo, y deben cumplir con las regulaciones de privacidad aplicables, como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) en Europa (Wachter, 2020).

- **Aceptación por parte de los empleados:** Los empleados pueden mostrar resistencia a ser evaluados por una IA, especialmente si no comprenden cómo funciona el sistema o si sienten que sus contribuciones no están siendo valoradas adecuadamente. Es fundamental que las empresas expliquen de manera clara y transparente cómo se utiliza la IA en las evaluaciones, y que involucren a los empleados en el proceso de implementación para generar confianza y aceptación.

1.3.6. FUTURO DE LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO CON IA

A medida que la tecnología continúa avanzando, el uso de IA en la evaluación del desempeño seguirá evolucionando. Es probable que en el futuro veamos evaluaciones aún más precisas, integradas en tiempo real en el flujo de trabajo diario y personalizadas a cada empleado. Además, la IA tendrá la capacidad de predecir el potencial de crecimiento de los empleados, sugiriendo planes de desarrollo a largo plazo y ayudando a las organizaciones a identificar futuros líderes dentro de sus equipos.

La integración de IA con otras tecnologías emergentes, como el análisis predictivo y la realidad aumentada, permitirá crear entornos de trabajo más dinámicos e interactivos, donde los empleados puedan recibir retroalimentación constante y mejorar su desempeño de manera proactiva. En este contexto, la IA no solo será una herramienta de evaluación, sino también un motor de crecimiento y desarrollo organizacional.

2. BENEFICIOS DE LA IA EN RECURSOS HUMANOS

La inteligencia artificial está revolucionando el ámbito de los recursos humanos (RR. HH.), proporcionando múltiples beneficios que optimizan tanto los procesos operativos como las estrategias de gestión del talento. A medida que las organizaciones adoptan tecnologías basadas en IA, el impacto positivo en términos de eficiencia, precisión y capacidad de toma de decisiones se vuelve cada vez más evidente. En esta sección, exploraremos algunos de los beneficios clave que la IA aporta a los departamentos de recursos humanos, así como cómo estos avances pueden mejorar la productividad y el rendimiento organizacional.

2.1 EFICIENCIA OPERATIVA Y REDUCCIÓN DE COSTES

Uno de los beneficios más inmediatos de la adopción de la IA en RR. HH. es la automatización de tareas repetitivas y administrativas. Las plataformas basadas en IA pueden gestionar procesos rutinarios como la administración de nóminas, la programación de entrevistas, el seguimiento de la asistencia, y la gestión de beneficios para empleados. Esto reduce significativamente el tiempo y los recursos necesarios para completar estas actividades, liberando a los profesionales de RR. HH. para que se concentren en tareas de mayor valor estratégico.

Por ejemplo, empresas que han implementado sistemas automatizados de gestión de nóminas informan una reducción de errores humanos y una mayor precisión en los pagos. Según un estudio de Deloitte (2021), la automatización de procesos en RR. HH. puede reducir los costos operativos hasta en un 20%, especialmente en organizaciones grandes donde el volumen de datos y procesos es alto.

Además, la gestión de bases de datos de candidatos y empleados a través de sistemas de IA permite mantener actualizados los registros y analizar grandes cantidades de datos en tiempo real, lo que agiliza los procesos de auditoría y cumplimiento normativo. Esto también se traduce en un ahorro significativo de tiempo y dinero, ya que las tareas que antes requerían la intervención de personal humano ahora pueden ser realizadas de manera eficiente por sistemas automatizados.

2.2 MEJORA DE LA TOMA DE DECISIONES

Otro de los beneficios más destacados de la IA en RR. HH. es su capacidad para mejorar la toma de decisiones mediante el análisis de datos. Las plataformas de IA pueden procesar grandes volúmenes de información sobre empleados, candidatos, tendencias laborales y rendimiento organizacional, lo que permite a los gestores de RR. HH. tomar decisiones más informadas y basadas en datos.

Por ejemplo, las herramientas de análisis predictivo pueden ayudar a los departamentos de RR. HH. a prever la rotación de empleados, identificando patrones que podrían indicar cuándo un empleado está en riesgo de abandonar la empresa. Esta capacidad permite a las organizaciones implementar medidas preventivas, como programas de retención o desarrollo profesional, que pueden reducir las tasas de rotación y retener el talento valioso.

Además, la evaluación del desempeño de los empleados también se ha beneficiado del uso de la IA. Los sistemas de IA pueden analizar datos de rendimiento en tiempo real, proporcionando retroalimentación objetiva y continua a los empleados y gerentes. Según un informe de McKinsey (2020), el 60% de las empresas que utilizan IA en la evaluación del desempeño han reportado una mejora en la precisión y objetividad de sus evaluaciones, lo que contribuye a una cultura organizacional más justa y orientada a los resultados.

2.3 PERSONALIZACIÓN DEL DESARROLLO Y LA FORMACIÓN

La IA también está transformando la forma en que las empresas gestionan el desarrollo del talento. Tradicionalmente, los programas de formación y desarrollo profesional eran estandarizados y diseñados para ser aplicables a un amplio grupo de empleados. Sin embargo, con la ayuda de la IA, las empresas ahora pueden ofrecer programas de desarrollo personalizados, que se ajustan a las necesidades, habilidades e intereses específicos de cada empleado.

Las plataformas de aprendizaje basadas en IA, como los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS), pueden recomendar cursos, módulos de formación y recursos específicos en función del perfil del empleado, su rendimiento y sus objetivos profesionales. Esto no solo mejora la experiencia de aprendizaje de los empleados, sino que también asegura que las empresas estén invirtiendo en áreas que realmente contribuirán al crecimiento y éxito de cada individuo dentro de la organización.

Por ejemplo, si un empleado muestra interés en el desarrollo de habilidades de liderazgo, la IA puede recomendar cursos y talleres que se alineen con sus aspiraciones, mientras que otro empleado interesado en mejorar sus habilidades técnicas puede recibir recomendaciones específicas para su área de especialización. Esto crea un enfoque de formación más eficiente y efectivo, que puede aumentar la satisfacción de los empleados y su compromiso con la empresa (Kukulska-Hulme et al., 2020).

2.4 MEJOR EXPERIENCIA DEL EMPLEADO

La implementación de IA también tiene un impacto positivo en la experiencia del empleado, mejorando su interacción con el departamento de RR. HH. y facilitando el acceso a información relevante. Por ejemplo, los chatbots basados en IA permiten a los empleados resolver dudas sobre sus beneficios, solicitar días libres, o acceder a información sobre sus nóminas de manera rápida y eficiente, sin tener que esperar la intervención de un humano.

Estos chatbots, que están disponibles las 24 horas del día, pueden proporcionar respuestas instantáneas a las preguntas frecuentes, lo que reduce la carga de trabajo del personal de RR. HH. y mejora la satisfacción de los empleados. De acuerdo con un estudio de IBM (2019), las empresas que han implementado chatbots de IA en sus departamentos de RR. HH. han reportado una disminución del 40% en el tiempo dedicado a gestionar consultas repetitivas, lo que permite a los profesionales de RR. HH. concentrarse en problemas más complejos y estratégicos.

Además, las plataformas basadas en IA pueden ofrecer recomendaciones personalizadas a los empleados, como sugerencias para mejorar su bienestar, promover el equilibrio entre la vida laboral y personal, o incluso fomentar la participación en programas de salud mental y bienestar corporativo. Esto mejora la calidad de vida de los empleados y contribuye a una mayor retención y satisfacción laboral.

2.5 SELECCIÓN DE PERSONAL MÁS PRECISA Y OBJETIVA

Uno de los mayores beneficios de la IA en recursos humanos es la capacidad de mejorar la precisión y objetividad en el proceso de selección de personal. Como se mencionó anteriormente, las herramientas de IA

pueden analizar grandes volúmenes de currículos y perfiles de candidatos en un período corto de tiempo, lo que reduce la carga de trabajo para los reclutadores y minimiza la posibilidad de errores humanos.

El uso de IA en el reclutamiento también puede reducir los sesgos inconscientes que a menudo afectan las decisiones de contratación. Las personas tienden a tener prejuicios, ya sea conscientes o inconscientes, que pueden influir en la selección de un candidato sobre otro. Los algoritmos de IA, si están diseñados correctamente, pueden minimizar estos sesgos al centrarse únicamente en las habilidades y competencias relevantes para el puesto.

Además, el uso de análisis predictivo permite a las organizaciones identificar a los candidatos con el mayor potencial para tener éxito en un rol, en función de patrones y datos históricos de empleados anteriores. Esto asegura que las decisiones de contratación estén basadas en criterios objetivos y en el ajuste real de los candidatos al puesto y la cultura organizacional.

2.6 OPTIMIZACIÓN DE LA RETENCIÓN DE TALENTO

La IA también puede desempeñar un papel crucial en la retención de talento, ayudando a las empresas a identificar a los empleados con mayor riesgo de abandonar la organización y ofreciendo recomendaciones para retener a esos empleados. Mediante el análisis de datos de comportamiento, desempeño y satisfacción de los empleados, la IA puede generar informes sobre las áreas que necesitan mejoras, como la carga de trabajo, la falta de reconocimiento o la insuficiencia de oportunidades de crecimiento.

Por ejemplo, un sistema de IA puede analizar datos sobre la productividad de un empleado, sus interacciones con el equipo, su historial de promociones y el número de días de ausencia, para identificar patrones que sugieran descontento o fatiga. Con esta información, los gerentes pueden intervenir a tiempo, ofreciendo incentivos, nuevas oportunidades de desarrollo profesional, o ajustando las condiciones laborales para evitar la pérdida de talento valioso (Huang & Rust, 2021).

2.7 REDUCCIÓN DE ERRORES HUMANOS

El uso de IA en RR. HH. también ayuda a reducir los errores humanos, que pueden ser costosos y perjudiciales para la organización. En áreas como la gestión de nóminas, la asignación de beneficios, o la programación de turnos, los errores humanos son comunes y a menudo resultan en pérdidas económicas o en la insatisfacción de los empleados.

La automatización de estos procesos mediante IA asegura que las tareas se realicen con mayor precisión y consistencia, minimizando el riesgo de errores. Según un informe de PwC (2020), el 48% de las empresas que han adoptado soluciones de IA en la gestión de RR. HH. han reportado una reducción significativa en los errores relacionados con procesos administrativos.

3. DESAFÍOS Y RIESGOS DE LA IA EN RECURSOS HUMANOS

A pesar de los numerosos beneficios que la inteligencia artificial (IA) ofrece a los departamentos de recursos humanos, su implementación no está exenta de desafíos y riesgos. Estos no solo afectan la eficiencia de los procesos, sino que también pueden tener implicaciones éticas, legales y sociales importantes. A medida que más empresas adoptan IA en sus sistemas de gestión de talento y automatización, es fundamental abordar estos desafíos para evitar consecuencias no deseadas que podrían comprometer tanto a los empleados como a la organización.

3.1 SESGO ALGORÍTMICO Y DISCRIMINACIÓN

Uno de los desafíos más importantes y controvertidos en el uso de IA en RR. HH. es el sesgo algorítmico. Aunque la IA tiene el potencial de tomar decisiones de manera más objetiva y basada en datos, los algoritmos que impulsan estas decisiones pueden reproducir o incluso amplificar los sesgos existentes si no se diseñan y supervisan adecuadamente.

El sesgo algorítmico ocurre cuando los algoritmos de IA, entrenados en datos históricos, aprenden patrones que reflejan las desigualdades sociales o los prejuicios de género, raza, edad, o clase presentes en esos datos. Un caso emblemático es el ya mencionado de Amazon, donde su sistema de reclutamiento automatizado penalizaba sistemáticamente a las candidatas mujeres, ya que había sido entrenado con currículos históricos que favorecían a los hombres en roles técnicos (Dastin, 2018).

El problema del sesgo algorítmico es que, si no se detecta a tiempo, puede llevar a decisiones de contratación y promoción injustas, lo que no solo afecta la equidad en el lugar de trabajo, sino que también puede tener consecuencias legales para las empresas. En muchos países, la legislación laboral prohíbe la discriminación en el lugar de trabajo, y las empresas que utilicen IA para tomar decisiones sesgadas podrían enfrentarse a demandas y sanciones. Para mitigar este riesgo, es fundamental que los sistemas de IA se auditen regularmente y que los equipos de RR. HH. supervisen de cerca las decisiones automatizadas (Binns, 2020).

3.2 TRANSPARENCIA Y EXPLICABILIDAD

Un desafío relacionado con el sesgo algorítmico es la falta de transparencia en la toma de decisiones automatizadas. Los sistemas de IA, especialmente aquellos basados en aprendizaje automático (machine learning), a menudo operan como "cajas negras", lo que significa que incluso sus creadores pueden no ser capaces de explicar con precisión cómo el algoritmo llegó a una determinada conclusión o decisión. Esto plantea un problema importante en recursos humanos, donde las decisiones de contratación, promoción y evaluación de desempeño deben ser justificables y transparentes.

La explicabilidad de la IA es un campo en desarrollo que busca resolver este problema, proporcionando a los responsables de RR. HH. herramientas que permitan comprender cómo los algoritmos toman decisiones y en qué criterios se basan. Sin embargo, muchas de las tecnologías más avanzadas, como las redes neuronales profundas, siguen siendo inherentemente difíciles de interpretar (Goodman & Flaxman, 2017).

La falta de explicabilidad puede generar desconfianza tanto entre los empleados como entre los candidatos, que podrían sentir que están siendo evaluados por una máquina sin un criterio claro o comprensible. Esto también representa un riesgo para la responsabilidad legal de las empresas, ya que en algunas jurisdicciones, como la Unión Europea, los empleados tienen derecho a saber cómo se toman las decisiones automatizadas que les afectan, de acuerdo con el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD). Las empresas que no puedan explicar o justificar sus decisiones de IA podrían enfrentarse a sanciones por incumplimiento de las normativas.

3.3 DESHUMANIZACIÓN DEL TRABAJO

Otro de los desafíos más significativos que plantea la IA en los RR. HH. es la posible deshumanización del trabajo. A medida que más tareas relacionadas con la gestión de los empleados, como la selección, la evaluación del desempeño, e incluso la formación, se automatizan, existe el riesgo de que los empleados se sientan cada vez más desconectados de la organización y perciban que las decisiones sobre su carrera se toman de manera impersonal por sistemas algorítmicos.

Este problema es especialmente relevante en áreas como la evaluación del desempeño. Cuando los empleados son evaluados únicamente a través de métricas de productividad y análisis de comportamiento proporcionados por sistemas de IA, puede generarse una sensación de ser “solo un número” dentro de la organización. La retroalimentación personalizada y el reconocimiento humano son fundamentales para mantener la motivación y el compromiso de los empleados, algo que los sistemas automatizados no siempre pueden proporcionar de manera efectiva (Kellogg et al., 2020).

Además, los empleados pueden sentirse incómodos al saber que su trabajo está siendo monitoreado constantemente por sistemas de IA que analizan cada movimiento, desde el tiempo que pasan en sus tareas hasta su interacción con colegas. Esto puede tener un impacto negativo en la moral laboral, generando estrés, ansiedad y disminuyendo la satisfacción en el lugar de trabajo.

3.4 IMPACTO EN EL EMPLEO Y LA RELEVANCIA DE LOS ROLES HUMANOS

La automatización impulsada por la IA también plantea preguntas sobre el futuro del trabajo y el impacto en los empleos. Si bien la IA tiene el potencial de mejorar la eficiencia, existe la preocupación de que la adopción masiva de esta tecnología pueda llevar a la eliminación de ciertos puestos de trabajo, especialmente aquellos relacionados con tareas repetitivas o administrativas.

Un informe del Foro Económico Mundial (2020) predice que, si bien la IA y la automatización crearán millones de nuevos empleos en áreas relacionadas con la tecnología, también podrían reemplazar una cantidad significativa de trabajos actuales, especialmente en funciones administrativas y operativas dentro de los departamentos de RR. HH. Por ejemplo, roles como el de asistentes administrativos o responsables de

nóminas podrían volverse obsoletos a medida que estas funciones se deleguen a sistemas automatizados.

Esta transición también plantea desafíos en cuanto a la reconversión de los empleados cuyas funciones están en riesgo de ser automatizadas. Las empresas tendrán que invertir en la formación y el reciclaje de su fuerza laboral para adaptarse a las nuevas demandas del mercado laboral, lo que podría ser costoso y complicado en algunos casos. A su vez, este cambio puede generar resistencias por parte de los empleados, quienes pueden sentirse amenazados por la creciente dependencia de la IA.

3.5 PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

El uso de IA en RR. HH. implica la recopilación y análisis de grandes cantidades de datos personales sobre empleados y candidatos, lo que plantea importantes desafíos en términos de privacidad y protección de datos. Los sistemas de IA requieren acceso a información detallada sobre el rendimiento, las interacciones y el historial de los empleados para poder hacer predicciones y tomar decisiones. Esto puede incluir datos sensibles como patrones de comportamiento, uso de dispositivos electrónicos, e incluso información biométrica en el caso de entrevistas basadas en reconocimiento facial o análisis de expresiones (Wachter, 2020).

Este acceso a grandes volúmenes de datos plantea preguntas sobre cómo se almacenan, protegen y utilizan estos datos. Las organizaciones deben asegurarse de cumplir con las regulaciones de privacidad aplicables, como el RGPD en Europa, que establece estrictas reglas sobre cómo se deben recopilar, almacenar y procesar los datos personales. El incumplimiento de estas normativas puede resultar en fuertes sanciones económicas y dañar la reputación de la empresa.

Además, el hecho de que la IA tenga acceso a información tan detallada sobre los empleados puede generar desconfianza entre los trabajadores, quienes pueden sentirse vigilados y cuestionar hasta qué punto se respetan sus derechos de privacidad. Es crucial que las empresas implementen políticas de privacidad transparentes y claras, informando a los empleados sobre qué datos se recopilan, con qué propósito y cómo se protegen, así como establecer límites claros en el uso de estas tecnologías.

3.6 SUPERVISIÓN HUMANA Y MANTENIMIENTO DE VALORES ÉTICOS

La dependencia excesiva de la IA en la toma de decisiones en RR. HH. también plantea el riesgo de perder de vista los valores humanos y éticos que deben guiar las relaciones laborales. La automatización de procesos como la contratación, la evaluación del desempeño o la retención de empleados puede conducir a una desconexión entre los responsables de RR. HH. y la plantilla, lo que podría deshumanizar las relaciones dentro de la organización.

Aunque la IA puede proporcionar datos valiosos y mejorar la eficiencia, es fundamental que las decisiones clave sigan siendo supervisadas por seres humanos que puedan considerar factores cualitativos y subjetivos que las máquinas no pueden captar. Las decisiones sobre el talento deben equilibrarse con una perspectiva ética, asegurando que los procesos sean justos, inclusivos y respetuosos con los derechos de los empleados.

La combinación de IA y supervisión humana puede crear un enfoque más equilibrado y eficaz para la gestión de talento, donde la tecnología complementa las habilidades humanas sin reemplazarlas por completo. Sin esta supervisión, las empresas corren el riesgo de tomar decisiones inhumanas o basadas únicamente en métricas que no reflejan el verdadero potencial de los empleados.

4. FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN RECURSOS HUMANOS

El futuro de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de los recursos humanos (RR. HH.) está lleno de promesas y desafíos. A medida que la tecnología continúa evolucionando, es probable que veamos una transformación aún más profunda de los procesos de gestión de talento y del papel que juegan los profesionales de RR. HH. en las organizaciones. La IA no solo automatizará tareas cada vez más complejas, sino que también cambiará la forma en que las empresas atraen, desarrollan y retienen talento. En este sentido, es crucial prever cómo las tendencias emergentes impactarán en las dinámicas laborales, así como las oportunidades y riesgos que estas transformaciones traerán consigo.

4.1. PERSONALIZACIÓN EXTREMA EN LA GESTIÓN DEL TALENTO

Una de las tendencias más prometedoras en el futuro de la IA en RR. HH. es la personalización extrema de los procesos de gestión del talento. La

IA permitirá a las empresas ofrecer experiencias laborales altamente personalizadas, adaptadas a las necesidades y expectativas de cada empleado. Esto incluirá desde la creación de trayectorias profesionales personalizadas hasta programas de formación diseñados específicamente para desarrollar las competencias y habilidades que cada empleado necesita para avanzar en su carrera.

Los algoritmos de IA, basados en el análisis de grandes volúmenes de datos de comportamiento y desempeño, serán capaces de identificar las fortalezas y áreas de mejora de cada empleado, y sugerir oportunidades de desarrollo que se alineen con sus objetivos profesionales. Por ejemplo, un empleado interesado en desarrollar habilidades de liderazgo podría recibir recomendaciones automáticas de programas de mentoring, cursos de formación y proyectos especiales que le ayuden a mejorar esas competencias específicas (Brown et al., 2022).

Además, la IA permitirá a los departamentos de RR. HH. anticiparse a las necesidades de los empleados, ofreciendo incentivos o cambios en su entorno laboral que puedan mejorar su satisfacción y productividad. A largo plazo, esta personalización podría no solo mejorar el rendimiento de los empleados, sino también aumentar la retención del talento, al ofrecer experiencias laborales que se ajusten de manera más precisa a las preferencias individuales.

4.2. MEJORA CONTINUA EN LA TOMA DE DECISIONES ESTRATÉGICAS

El uso de análisis predictivo y herramientas de IA avanzadas permitirá a los responsables de RR.HH. tomar decisiones estratégicas más informadas y basadas en datos, no solo en el reclutamiento, sino también en la planificación de la plantilla, la retención de empleados y la evaluación del desempeño.

En el futuro, se espera que los sistemas de IA puedan analizar y procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real para predecir tendencias en el comportamiento de los empleados, anticipar fluctuaciones en las necesidades de personal, y proporcionar recomendaciones sobre cómo optimizar la estructura de la organización. Por ejemplo, la IA podría identificar que un equipo está experimentando una alta rotación de empleados debido a la sobrecarga de trabajo, y recomendar soluciones para redistribuir las tareas o contratar nuevo personal antes de que el problema se agrave (Huang & Rust, 2021).

Estos sistemas también serán capaces de evaluar el impacto a largo plazo de las decisiones relacionadas con la gestión de talento, ayudando a los líderes empresariales a desarrollar estrategias proactivas en lugar de reactivas. Esto transformará a los departamentos de RR. HH. en socios estratégicos dentro de las organizaciones, al permitirles contribuir de manera más activa en la toma de decisiones a nivel directivo.

4.3. ADOPCIÓN DE CHATBOTS Y ASISTENTES VIRTUALES

Una de las aplicaciones más prometedoras de la IA en el futuro de RR. HH. será el uso de chatbots y asistentes virtuales aún más sofisticados, que no solo realizarán tareas rutinarias, sino que también ofrecerán una interacción más cercana y personalizada con los empleados. Estos asistentes serán capaces de proporcionar respuestas instantáneas y precisas a preguntas complejas, gestionar solicitudes de permisos, resolver problemas relacionados con los beneficios y las nóminas, y asistir en la planificación de carreras.

Actualmente, ya hay empresas que utilizan chatbots impulsados por IA para mejorar la experiencia del candidato durante el proceso de selección. Sin embargo, en el futuro, estos asistentes virtuales podrían evolucionar hasta convertirse en mentores virtuales que acompañen a los empleados durante todo su ciclo de vida dentro de la organización. Estos chatbots podrían ofrecer asesoramiento sobre el desarrollo profesional, identificar oportunidades de crecimiento y realizar un seguimiento del bienestar del empleado de manera continua (IBM, 2019).

La capacidad de estos asistentes para aprender y adaptarse a las preferencias individuales de cada empleado será clave para mejorar la satisfacción laboral y el compromiso. Además, al reducir la carga de trabajo en las tareas administrativas de los profesionales de RR. HH., estos podrán dedicar más tiempo a actividades estratégicas y de alto valor, como la planificación de la fuerza laboral o la mejora del clima organizacional.

4.4. EVALUACIONES DE DESEMPEÑO EN TIEMPO REAL

Otra área en la que la IA transformará el futuro de RR. HH. es en la evaluación del desempeño de los empleados. Las evaluaciones anuales tradicionales están siendo reemplazadas por modelos más dinámicos e

interactivos, gracias a las capacidades de la IA para realizar un seguimiento continuo del rendimiento en tiempo real.

Los sistemas de IA podrán proporcionar retroalimentación en tiempo real a los empleados, basada en métricas objetivas como el cumplimiento de metas, la calidad del trabajo realizado, y las interacciones con compañeros y clientes. Esta retroalimentación no solo mejorará la precisión de las evaluaciones, sino que también permitirá a los empleados ajustar su comportamiento y rendimiento de manera proactiva, en lugar de esperar una revisión anual.

Además, la IA permitirá una evaluación más justa y equilibrada, al eliminar muchos de los sesgos inconscientes que pueden influir en las evaluaciones humanas. Los empleados se sentirán más confiados de que sus logros y áreas de mejora están siendo evaluados de manera objetiva, lo que podría mejorar el clima laboral y fomentar una cultura de alto rendimiento.

4.5. TRANSFORMACIÓN DEL RECLUTAMIENTO GLOBAL

El futuro de la IA en el reclutamiento global se verá impulsado por el uso de inteligencia artificial avanzada que permitirá a las empresas identificar y contratar talento a nivel mundial de manera más eficiente. En un mundo cada vez más conectado y globalizado, las organizaciones necesitarán buscar talento no solo a nivel local, sino también internacional, y la IA será fundamental para gestionar este cambio.

Los sistemas de IA podrán analizar millones de perfiles de candidatos en todo el mundo, identificar aquellos que mejor se ajustan a los requisitos de la empresa y gestionar procesos de selección sin importar las barreras geográficas o idiomáticas. Plataformas basadas en IA ya están empezando a utilizar traducción automática y análisis de lenguaje natural para facilitar el proceso de reclutamiento en mercados globales, lo que permite a las empresas expandir su búsqueda de talento de manera rápida y eficaz (LinkedIn, 2021).

A largo plazo, la IA también permitirá a las organizaciones predecir las tendencias laborales a nivel global y ajustar sus estrategias de reclutamiento en consecuencia. Por ejemplo, las empresas podrían anticipar una escasez de talento en ciertas áreas geográficas o sectores, y tomar decisiones proactivas para formar y desarrollar talento en esos lugares antes de que el mercado se vea afectado.

4.6. IMPACTO EN LA DIVERSIDAD E INCLUSIÓN

Uno de los grandes desafíos para el futuro será garantizar que la IA no solo automatice procesos, sino que también contribuya a mejorar la diversidad e inclusión en las organizaciones. A medida que se desarrolla una mayor conciencia sobre los riesgos del sesgo algorítmico, es probable que las empresas del futuro se centren en crear algoritmos éticos que promuevan prácticas inclusivas en el reclutamiento y la gestión de talento.

La IA será clave para ayudar a las organizaciones a identificar sesgos sistémicos en sus procesos de contratación y evaluación. Los algoritmos podrían, por ejemplo, detectar patrones de discriminación involuntaria y sugerir cambios en las políticas o prácticas para asegurar que todos los candidatos y empleados sean evaluados en función de sus habilidades y méritos, y no por factores irrelevantes como el género, la raza o la edad (Binns, 2020).

Además, la IA permitirá a los departamentos de RR. HH. analizar datos demográficos de sus empleados y candidatos de manera más profunda, identificando dónde pueden existir brechas en la diversidad y diseñando estrategias para atraer a talento diverso en mercados donde tradicionalmente no se ha buscado.

4.7. IA RESPONSABLE Y ÉTICA

En el futuro, la IA responsable y ética será un pilar fundamental en la implementación de tecnologías avanzadas en RR. HH. La creciente preocupación por el impacto de la IA en la privacidad, la transparencia y la equidad ha llevado a un mayor enfoque en el desarrollo de regulaciones y directrices éticas que guíen el uso de IA en el entorno laboral.

Las empresas deberán asegurarse de que sus sistemas de IA sean auditables, transparentes y justos. Esto incluirá la adopción de prácticas de auditoría algorítmica, que revisen periódicamente cómo se entrenan los modelos de IA y cómo toman decisiones. También será importante que las organizaciones se comprometan a garantizar que la IA se implemente de manera ética, con la participación de profesionales de diversas disciplinas para supervisar el impacto humano de las decisiones tomadas por algoritmos (Goodman & Flaxman, 2017).

CONCLUSIÓN

La integración de la inteligencia artificial (IA) en los recursos humanos (RR. HH.) está produciendo una transformación radical en la forma en que las organizaciones gestionan el talento y optimizan sus procesos internos. A lo largo de este artículo, hemos explorado cómo la IA está redefiniendo áreas clave como el reclutamiento y la selección de personal, la automatización de tareas administrativas, y la evaluación del desempeño. Estos avances no solo han aumentado la eficiencia operativa, sino que también han permitido a las empresas tomar decisiones más informadas y basadas en datos, eliminando en gran parte la subjetividad que a menudo domina los procesos de RR. HH.

En el ámbito del reclutamiento, la IA ha mejorado significativamente la velocidad y la precisión con la que se filtran candidatos, eliminando sesgos y seleccionando perfiles que mejor se ajustan a los requisitos de cada puesto. La posibilidad de utilizar algoritmos predictivos para predecir el éxito de un candidato en un puesto específico ha sido un cambio disruptivo. Herramientas como el análisis de video y el procesamiento del lenguaje natural permiten evaluar de manera más profunda no solo las habilidades técnicas, sino también las habilidades blandas y comportamientos que son críticos para el éxito a largo plazo. Sin embargo, aquí también surgen desafíos, como el sesgo algorítmico, que si no se aborda adecuadamente, podría perpetuar desigualdades históricas en los procesos de contratación.

Por otro lado, la automatización de tareas administrativas ha permitido a los departamentos de RR. HH. liberar tiempo y recursos que antes se invertían en actividades rutinarias. Procesos como la gestión de nóminas, el control de asistencia y la programación de entrevistas se han vuelto mucho más eficientes gracias a la IA, reduciendo errores humanos y garantizando una mayor precisión. Este avance no solo ha disminuido los costos operativos, sino que ha mejorado la experiencia del empleado al facilitar el acceso a información importante como beneficios, días libres y consultas relacionadas con la nómina. Sin embargo, este cambio también ha planteado retos en términos de adaptación de la fuerza laboral, ya que algunos roles tradicionales podrían volverse obsoletos, requiriendo un enfoque proactivo en la reestructuración y formación de los empleados.

En el área de evaluación del desempeño, la IA ha traído consigo la capacidad de realizar evaluaciones basadas en datos, eliminando gran parte de la subjetividad y los prejuicios que pueden surgir en evaluaciones tradicionales. Los sistemas de IA pueden ofrecer retroalimentación en

tiempo real, lo que permite a los empleados ajustar su rendimiento de manera continua, fomentando una cultura de mejora constante. Además, la IA puede evaluar aspectos como la inteligencia emocional o la capacidad de trabajo en equipo, proporcionando una visión más integral del empleado. Sin embargo, el reto de garantizar la privacidad de los datos y la transparencia en cómo se utilizan los algoritmos sigue siendo una preocupación central. Los empleados deben sentir que están siendo evaluados de manera justa, y las empresas deben ser claras en cómo se recopilan y analizan los datos.

Pese a sus múltiples beneficios, la implementación de IA en los RR. HH. conlleva una serie de desafíos y riesgos que deben ser abordados con responsabilidad. El sesgo algorítmico es una de las mayores amenazas para la equidad en los procesos de selección y evaluación. Los algoritmos entrenados con datos históricos pueden reproducir patrones de discriminación si no se diseñan con cuidado. Además, la falta de explicabilidad en los sistemas de IA plantea problemas de transparencia, ya que las decisiones automatizadas deben ser comprensibles tanto para empleados como para directivos. Otro desafío es la deshumanización del trabajo, ya que a medida que más procesos se automatizan, existe el riesgo de que los empleados sientan que son evaluados y gestionados por máquinas, lo que puede afectar su moral y compromiso.

A largo plazo, la IA promete seguir transformando los RR. HH., ofreciendo aún más oportunidades para mejorar la personalización en la gestión del talento y optimizar la toma de decisiones. El futuro de la IA en RR. HH. se verá impulsado por la adopción de tecnologías emergentes como el análisis predictivo, que permitirá a las empresas prever comportamientos y tendencias, ajustando sus estrategias de manera proactiva. Además, el uso de chatbots y asistentes virtuales más sofisticados mejorará la experiencia del empleado, facilitando la interacción con el departamento de RR. HH. y permitiendo que las solicitudes se resuelvan de manera más rápida y eficiente.

La personalización extrema también será un factor determinante en la evolución de la IA en RR.HH. Las plataformas basadas en IA podrán ofrecer trayectorias profesionales personalizadas para cada empleado, adaptando los programas de desarrollo a las habilidades e intereses específicos de cada persona. Esto permitirá a las empresas retener talento valioso y mejorar el compromiso de los empleados al ofrecerles oportunidades de desarrollo alineadas con sus expectativas y necesidades.

Sin embargo, para que estas innovaciones tecnológicas sean verdaderamente efectivas, es fundamental que las empresas mantengan un equilibrio entre la automatización y la supervisión humana. Las

decisiones clave, especialmente aquellas que involucran el bienestar y el desarrollo de los empleados, deben ser supervisadas por seres humanos que puedan aportar la empatía y el juicio necesario para tomar decisiones justas y equilibradas. La IA debe ser vista como una herramienta para potenciar la capacidad de los equipos de RR. HH., no como un sustituto completo de la interacción humana.

La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar profundamente los recursos humanos, proporcionando beneficios como mayor eficiencia, objetividad y personalización en la gestión del talento. Sin embargo, también presenta desafíos éticos y prácticos que deben ser gestionados con cuidado. Las empresas que adopten IA de manera responsable, asegurando que sus sistemas sean transparentes, justos y complementados con el juicio humano, podrán no solo mejorar su competitividad, sino también crear entornos de trabajo más inclusivos y centrados en el bienestar de los empleados. El futuro de los recursos humanos estará marcado por este equilibrio entre tecnología y humanidad, con la IA jugando un papel clave en la creación de organizaciones más eficientes y equitativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Binns, R. (2020). On the Apparent Conflict between Individual and Group Fairness. *ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 514-524.
- Brown, P., Jones, L., & Smith, M. (2022). The Future of AI in HR: From Automation to Personalization. *Journal of Human Resource Management*, 57(2), 110-124.
- Chen, J., Zhang, X., & Zhou, Y. (2020). AI in Recruitment: A New Era of Hiring. *International Journal of Human Resource Studies*, 10(2), 45-60.
- Dastin, J. (2018). Amazon Scraps Secret AI Recruiting Tool that Showed Bias Against Women. *Reuters*. Retrieved from <https://www.reuters.com>
- Deloitte. (2021). Human Capital Trends: Leading the Social Enterprise. *Deloitte Insights*. Foro Económico Mundial. (2020). The Future of Jobs Report 2020. World Economic Forum.
- García, M., & Ramos, J. (2020). Evaluación del desempeño y el papel de la IA. *Revista de Recursos Humanos*, 45(2), 67-89.

- Goodman, B., & Flaxman, S. (2017). European Union Regulations on Algorithmic Decision- Making and a “Right to Explanation”. *AI Magazine*, 38(3), 50-57.
- Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2021). A Strategic Framework for Artificial Intelligence in Marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49(1), 30-50.
- IBM. (2019). The AI-Powered Workplace: Managing the Impact of Artificial Intelligence on HR and Recruitment. IBM Global Services.
- Kukulska-Hulme, A., Traxler, J., & Pettit, J. (2020). *Mobile Learning: A Handbook for Educators and Trainers*. Routledge.
- Leavy, S. (2018). Gender Bias in AI: An Investigation of AI Systems in Hiring Practices. *Proceedings of the 27th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, 113-119.
- LinkedIn. (2021). Global Hiring Trends in 2021: The Role of AI in Recruitment. LinkedInTalent Insights.
- López, F., & Fernández, A. (2021). Automatización de tareas administrativas en RR. HH. *Gestión y Tecnología*, 34(1), 112-127.
- Martínez, P., & Gómez, R. (2020). Protección de datos en la era de la IA. *Derecho y Tecnología*, 12(4), 78-93.
- Martínez, P. (2022). Evaluación automatizada del desempeño: Retos y beneficios. *Revista de Tecnología y RR. HH.*, 39(1), 12-22.
- McKinsey & Company. (2020). Artificial Intelligence and the Future of Work. McKinsey Insights.
- Nguyen, T., & Robinson, L. (2019). AI Bias in Hiring: A Case Study. *Journal of AI Ethics*, 6(3), 123-134.
- Santos, E., & Méndez, L. (2020). Impacto de la automatización en la fuerza laboral. *Revista de Sociología y Tecnología*, 38(4), 201-221.
- Smith, D., Jones, L., & Brown, P. (2023). The Future of AI in Human Resource Management. *Human Resource Journal*, 52(3), 145-159.
- Wachter, S. (2020). Data Protection in the Age of Big Data. *Nature Communications*, 11(1), 565

CAPÍTULO IV

IMPACTO DEL BIG DATA Y EL ANÁLISIS AVANZADO DE LAS ESTRATEGIAS DE CRM PARA MEJORAR LA RETENCIÓN DE CLIENTES Y OPTIMIZAR LAS CAMPAÑAS DE MARKETING

Impact of big data and advanced analysis of CRM strategies to improve customer retention and optimize Marketing campaigns

ERWIN GUSTAVO MUÑOZ MONTIEL¹
JOSÉ LUIS RODRÍGUEZ FLORES²
JOSÉ DANIEL URIBE RODRÍGUEZ³
AMELIA GENITH ANCHALA VALENCIA⁴

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo principal analizar el impacto del big data y el análisis avanzado de las estrategias de *Customer Relationship Management* CRM, en la mejora de la retención de clientes y optimización de las campañas de Marketing. Se realizó una investigación con enfoque mixto, con un diseño no experimental; se utilizó las técnicas de encuesta y entrevista, la población estuvo representada en treinta gerentes de empresas comerciales de la ciudad de Guayaquil, resultado de un

¹ Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador. Correo: erwinberdayes@gmail.com

² Universidad Del Pacífico Ecuador, Ecuador. Correo: jose.rodriguez@upacifico.edu.ec

³ Humane Tecnológico Universitario de Negocios, Ecuador. Correo: duribe@humane.edu.ec

⁴ Tecnológico Universitario EuroAmericano, Ecuador. Correo: aanchala@euroamericano.edu.ec

muestreo aleatorio simple; también se entrevistó a tres expertos en big data y marketing. Los principales resultados indicaron que la mayoría de las empresas comerciales no emplean el uso del big data como fuente de análisis de información para diseñar las estrategias de gestión de relación con los clientes, ni desarrollo de campañas de marketing, disminuyendo de esta forma las oportunidades y beneficios que pueden obtenerse tras el aprovechamiento óptimo de las herramientas tecnológicas. Se concluyó que el big data ha tenido un impacto significativo en las estrategias de marketing y publicidad, siendo un claro ejemplo de los resultados de las grandes empresas como Amazon, Apple, Netflix, Coca-Cola, entre otras, que han incrementado y mantenido su competitividad, descubriendo continuamente las preferencias de sus clientes y aplicando estrategias de retención y fidelización.

Palabras clave: big data, Gestión con el cliente, CRM, Publicidad, Marketing.

ABSTRACT

The main objective of this article is to analyze the impact of big data and advanced analysis of Customer Relationship Management CRM strategies in improving customer retention and optimizing marketing campaigns. Mixed-approach research was conducted with a non-experimental design; survey and interview techniques were used, the population was represented by thirty managers of commercial companies in the city of Guayaquil, as a result of a simple random sampling; three experts in big data and marketing were also interviewed. The main results indicated that most commercial companies do not use big data as a source of information analysis to design customer relationship management strategies or develop marketing campaigns, thus reducing the opportunities and benefits that can be obtained after the optimal use of technological tools. It was concluded that big data has had a significant impact on marketing and advertising strategies, being a clear example of the results of large companies such as Amazon, Apple, Netflix, Coca-Cola, among others, which have increased and maintained their competitiveness, continuously discovering the preferences of their customers and applying retention and loyalty strategies.

Keywords: Data, Customer Relationship Management, CRM, Advertising, Marketing.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las organizaciones enfrentan diversos desafíos en un entorno empresarial cada vez más competitivo, entendiendo tal competitividad como la capacidad que tienen las empresas de desarrollarse y crecer económicamente, generar empleo, fomentar la inversión y mantener su sostenibilidad en el tiempo, entre otros aspectos (Valenzo & González, 2022). Para esto, las empresas utilizan diversas estrategias que les permitan alcanzar la eficacia y eficiencia en las operaciones, incluyendo entre otras, la retención y la fidelización de los clientes (Choez & Bernal, 2023). En este contexto, la cantidad de información que manejan las organizaciones resulta en muchos casos compleja, donde el control eficiente y organización de datos, se convierte en un reto.

La información que requiera analizar la gerencia de una empresa, en diversos aspectos y ámbitos, incidirá en la toma de decisiones. Esto incluye la información de los clientes, con quienes las organizaciones deben mantener una continua comunicación e interacción, a fin de fortalecer tal relación y lograr un posicionamiento en el mercado. No obstante, esta interacción conlleva al manejo de grandes volúmenes de información que de acuerdo con la diversidad de su naturaleza en el ámbito empresarial, resulta relevante en las decisiones gerenciales. Por tanto, es necesario que las organizaciones gestionen el conocimiento sobre las herramientas a nivel tecnológico, de las que pueden disponer para alcanzar objetivos vinculados a una comunicación efectiva con sus clientes y lograr la fidelización de estos (Lozano & Toro, 2021). De esta manera, el propósito de este artículo es analizar el impacto que ha tenido el manejo del big data, en las estrategias de Gestión de Relación con el Cliente (Customer Relationship Management - CRM) para mejorar la retención y optimizar las campañas de marketing.

Las innovaciones tecnológicas, incluidos big data y los avances en el análisis de datos, están revolucionando las oportunidades para que las empresas establezcan una comunicación efectiva con sus clientes objetivo. Explican Suoniemi et al. (2020) que para finales de 2016, se estimaba que alrededor del 90% de los datos del mundo, se habían creado solo en los dos últimos años a una velocidad de 2,5 quintillones de bytes de datos al día, y se esperaba que para el año 2020 existiesen más de 16 zettabytes (16 billones de GB) de datos útiles; no obstante, estos indicadores han crecido exponencialmente durante los últimos diez años. Para Martelo et al. (2020) esto se basa en factores como la proliferación global de los dispositivos móviles, la intervención del internet de las cosas, lo que explica que no solo los humanos producen datos, sino que las tecnologías también lo hacen, y sin duda alguna, el auge de las redes sociales

convertidas tanto en emisores como en productores de datos. Es importante conocer que no se trata solo de datos numéricos, sino que también se maneja información en forma de texto no estructurado, como videos, gráficos y audios, entre otros.

Señalan Lytras et al. (2020) que la informática y el big data son fuente de una nueva ventaja competitiva que, si se adopta adecuadamente, consolidará aún más la posición de la gestión del marketing industrial en el centro del proceso de toma de decisiones de las empresas que operan a nivel local y global. Asimismo, para Wang y Wang (2020) el análisis de big data existente se centra más en el aspecto de marketing de los consumidores; de hecho, tanto los datos de los consumidores como los datos de transacciones generados por máquinas, se pueden recopilar y analizar a nivel interorganizacional.

Niu et al. (2021) plantearon que la gestión empresarial requiere emplear herramientas para reunir información esencial de los clientes, tal información está representada comúnmente por una amplia variedad de datos no estructurados, para convertirlos en datos procesables, lo que a su vez facilita la toma de decisiones, no solo en temas de dirección sino en la mejora de la eficiencia de los procesos de marketing y la productividad empresarial en tema de ventas o ingresos, entre otros.

En este contexto, la problemática revela la necesidad que existe actualmente, en conocer los aportes que el manejo de la big data y las estrategias de CRM brindan a las empresas para mejorar la retención de los clientes, cuando se emplean campañas de marketing. Con el rápido avance tecnológico, las organizaciones requieren enfrentar constantes cambios para ser competitivas en un entorno globalizado y altamente influenciado por la tecnología, pero gran parte de esto solo puede lograrse si se dispone del manejo adecuado de datos complejos, lo cual no siempre es así (IBM Global Business Services, 2019).

Se hizo revisión a algunos antecedentes investigativos para conocer los aportes de autores, en temas relacionados al uso de herramientas tecnológicas como la big data en las estrategias de marketing y la relación con los clientes. Al respecto, Bedoya et al. (2024) resaltaron la importancia del análisis a través de la big data así como sus principales aspectos característicos tales como el volumen (que se refiere al tamaño del conjunto de los datos), la velocidad (referido a la velocidad de crecimiento de la información), la variedad (complejidad y diferencias de datos), veracidad y valor, mencionando que cada uno de estos aspectos brinda a la gerencia la oportunidad de tomar decisiones más seguras respecto a las operaciones de las empresas, mejorando la competitividad y productividad.

Miklosik et al. (2020) estudiaron sobre la importancia de los datos que manejan los especialistas en marketing, siendo información muy variada incluyendo datos relevantes para la gerencia como tipos de clientes, sus necesidades, la competencia, los productos, canales de distribución, proveedores de los servicios, normas y leyes que regulan los servicios, entre otros. No obstante, por medio del marketing y las plataformas de redes sociales, la información sobre los clientes suele ser más detallada en temas de ubicación, tiempo, intereses, sexo, favoritismos, otros, donde la digitalización y las nuevas tecnologías facilitan a las empresas mayores oportunidades de precisar comportamientos de compra y preferencias.

Por tanto, este artículo se justifica porque en la actualidad, el manejo de datos complejos en las empresas u organizaciones puede facilitarse a través del uso de la big data que, junto a estrategias de CRM, contribuyen a mejorar la retención de los clientes y optimizar los resultados de las campañas de marketing. El tema es muy importante porque expone un problema que enfrentan todas las organizaciones en la actualidad, independientemente del tamaño de la empresa, es decir, que los esfuerzos por la competitividad en el mercado, el desarrollo y crecimiento de las compañías, pueden verse afectados cuando no se utilizan adecuadamente herramientas tecnológicas para la conducción de información. De esta manera, se planteó como objetivo general: Analizar el impacto del big data y el análisis avanzado de las estrategias de CRM, en la mejora de la retención de clientes y optimización de las campañas de Marketing. Como objetivos específicos se plantearon: a) Describir en qué consiste el big data y su influencia de transformación en las estrategias de marketing modernas; b) Indagar sobre el uso del big data en empresas comerciales de la ciudad de Guayaquil; c) Identificar empresas que han utilizado big data en estrategias de marketing y herramientas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este artículo se desarrolló con un enfoque mixto, bajo un diseño no experimental, empleando el método deductivo. También se utilizaron como técnicas de revisión documental, la encuesta y la entrevista. La encuesta se estructuró con ocho interrogantes relacionadas con el tema principal de análisis y se aplicó a 30 gerentes representantes de empresas comerciales de la ciudad de Guayaquil, siendo esta la población de estudio. Asimismo, se realizó entrevista a tres expertos en el uso del big data y marketing, a quienes se efectuó tres preguntas relacionadas al objeto de estudio.

Según información emitida por la Superintendencia de Compañía, Valores y Seguros en el Ecuador (2024), se encuentran registradas 20.589 empresas en la ciudad de Guayaquil con el Código de Clasificación Nacional de Actividades Económicas, pertenecientes al Grupo G: Comercio al por Mayor y al por Menor. Se realizó un muestreo aleatorio simple no probabilístico y se seleccionaron 30 empresas para efectuar la encuesta. Los datos para el contacto con las empresas fueron obtenidos de la información que publica la Superintendencia de Compañías.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de encuesta permitieron tener una apreciación del conocimiento que tienen los gerentes de empresas comerciales de Guayaquil, sobre el uso de la big data en las estrategias de gestión en la relación con los clientes y las campañas de marketing. En la primera interrogante se les consultó a los gerentes: 1) ¿Su empresa tiene personal capacitado en el manejo de big data? a lo que un 70% indicó que no, mientras que el 30% señaló que si tenían personal capacitado.

Se obtuvo que la mayoría de las empresas no cuentan con personal que esté capacitado para manejar big data representando una necesidad que requiere ser abordada a la mayor brevedad posible, partiendo del hecho de que en la actualidad el acelerado proceso comercial y el entorno empresarial se ve influenciado por la tecnología y sus diversas herramientas para control de la información, creciendo aceleradamente. Segarra et al. (2020) señalan la importancia de capacitar al personal en el manejo de herramientas tecnológicas, considerándolo una oportunidad de crecimiento y progreso laboral y profesional. Del mismo modo, Shamim et al. (2020) señalaron las ventajas que tienen las organizaciones al capacitar al personal en el manejo adecuado de datos complejos; cuando se crea valor a partir del uso del big data, se puede conducir a nuevas oportunidades que comúnmente resultan en una relación positiva no solo con las partes interesadas internas sino también las externas. En concordancia con Martínez y Mateus (2020) el uso de las herramientas tecnológicas por parte del talento humano, generará ventaja competitiva, incrementando las posibilidades de éxito en las operaciones de la organización.

Por tanto, se considera relevante que las empresas comerciales de Guayaquil planifiquen la capacitación y adiestramiento del talento humano en el uso del big data para manejar los datos que faciliten la planificación de estrategias de marketing, contribuyendo a una mayor y

mejor relación con los clientes o usuarios. En la **Tabla 1** se muestran las respuestas obtenidas en la segunda, tercera y cuarta interrogante:

Tabla 1. Respuesta a interrogantes de encuesta.

2. ¿La empresa ha utilizado el análisis de big data para la segmentación de clientes?			3. ¿La empresa ha utilizado el análisis de big data para monitorear campañas de publicidad?		4. ¿La empresa ha utilizado el análisis de big data para predecir tendencias y comportamientos que puede tener el cliente y/o consumidor?	
Items	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	0	0%	0	0%	0	0%
Casi Siempre	3	10%	5	16%	4	13%
Algunas Veces	3	10%	2	7%	5	17%
Casi Nunca	4	13%	2	7%	2	7%
Nunca	20	67%	21	70%	19	63%
Total	30	100%	30	100%	30	100%

Nota: Se indagó sobre el uso de big data en las empresas comerciales. Fuente: Respuestas obtenidas en encuesta realizada a gerentes de empresas comerciales.

Las respuestas obtenidas permitieron conocer que un 67% de los gerentes encuestados coincidieron en que nunca han utilizado en sus empresas el análisis de big data para la segmentación de clientes, mientras que el 10% indicó que algunas veces lo ha utilizado. Estos resultados indican que la mayoría de las empresas, no emplean actualmente las herramientas tecnológicas para procesar datos complejos que les ayude a lograr resultados exitosos en sus operaciones de segmentación de los clientes. Al respecto, Calle (2022) menciona que las organizaciones enfrentan actualmente el mayor desafío tecnológico donde la transformación no solo conlleva a la virtualidad de los procesos, sino que también involucra la innovación de estrategias, pensamientos empresariales y las formas de relacionarse con los clientes o consumidores.

Asimismo, se conoció que el 70% de los encuestados señalaron que no han utilizado el análisis de big data para monitorear campañas de publicidad. Se trata de un asunto que debe ser atendido por la gerencia o dirección de las empresas, al considerarse importante que utilicen estrategias que les faciliten datos para tomar decisiones respecto a las campañas publicitarias. En concordancia con Hernández et al. (2020) la era tecnológica va de la mano con una cantidad interminables de datos que les permite a las empresas lograr un mayor acercamiento y comprensión de las necesidades de los clientes.

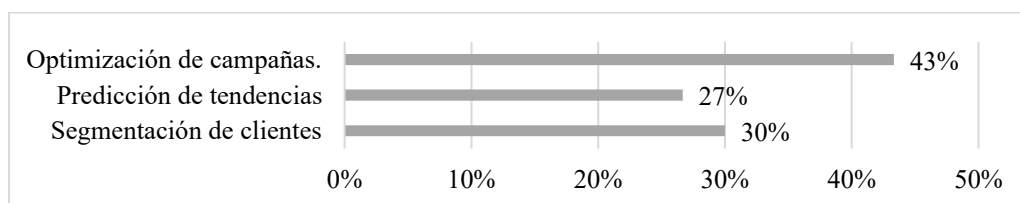
La cuarta interrogante se realizó con la finalidad de conocer si las empresas comerciales han utilizado el análisis del big data para predecir tendencias y comportamientos de los clientes y/o consumidores, a lo cual un 63% de los encuestados señalaron que nunca ha realizado tales análisis. Esto indica que la mayoría de las empresas no hacen uso del big data menguando las posibilidades de precisar comportamientos y tendencias en las preferencias de los clientes (Acuña et al., 2015).

En la quinta interrogante se solicitó a los gerentes que indicaran si en sus empresas utilizan herramientas tecnológicas que les ayuden a comprender más fácilmente las necesidades y deseos de sus clientes. El 67% de los encuestados coincidió en que algunas veces en las empresas se utilizan herramientas tecnológicas para comprender las necesidades y deseos de los clientes, mientras que un 13% indicó que casi siempre es así.

Se comprende que no todas las empresas hacen uso de la tecnología para conocer las preferencias de sus clientes, siendo un aspecto que en la actualidad brinda excelentes oportunidades a los empresarios para precisar los favoritismos de los individuos. Ocho et al. (2023) coinciden en que existe poca información sobre cómo integrar las tecnologías de la comunicación a los procesos empresariales, es decir, los avances en las herramientas digitales se dan de manera acelerada, pero las organizaciones en muchos casos, no se encuentran preparadas para hacer uso de tales herramientas.

Por medio de la sexta interrogante, se indagó sobre qué aspectos considera más relevante como impacto del big data en las estrategias de marketing, obteniéndose los resultados en la **Figura 1**:

Figura 1. Aspectos considerados relevantes como impacto del big data en las estrategias de marketing.



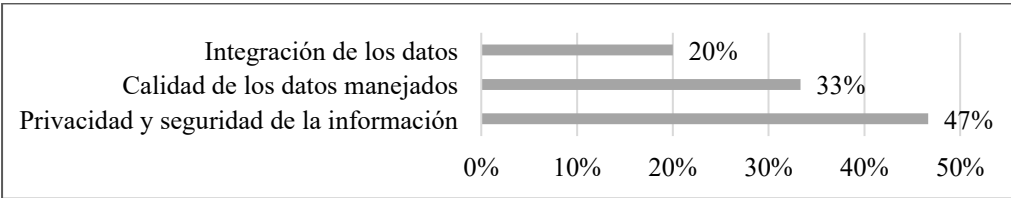
Obtenido de: Encuesta realizada a gerentes de empresas comerciales (2024).

Se aprecia que el 43% de los encuestados indicó que el análisis del big data podría contribuir a la optimización de campañas de marketing; un

30% coincidió en que facilita la segmentación de clientes y el 27% señaló que permite la predicción de tendencias. Las empresas utilizan big data para lograr resultados centrados en el cliente, haciendo uso de los datos internos y fomentando un mejor ecosistema de la información. Una de las principales características del CRM es la información que ofrece a los equipos de ventas, marketing y dirección, facilitando el control y seguimiento a las necesidades y preferencias de los clientes, empleando para ello criterios de personalización y automatización interactiva que genere un mayor impacto en la gestión de la relación con los clientes. Para Zúñiga et al. (2023) al combinar la inteligencia artificial con el big data se pueden crear mensajes publicitarios personalizados que son relevantes para el público objetivo en un periodo de tiempo específico, lográndose una importante ganancia en la inversión publicitaria, cuando se consideran aspectos de ubicación y tiempo.

En la interrogante siete, se indagó sobre los desafíos que consideran los encuestados, debe tener en cuenta la gerencia de la empresa tras el manejo del big data, como se observa en la **Figura 2**:

Figura 2. Desafíos que debe tener en cuenta la gerencia en el manejo del big data.



Obtenido de: Encuesta realizada a gerentes de empresas comerciales (2024).

El 47% de las respuestas coincidieron en que uno de los desafíos más importantes que debe tener en cuenta la gerencia de las empresas, tras el manejo del big data, es la privacidad y seguridad de la información; mientras que el 33% consideró que se debe cuidado con la calidad de los datos manejados; el 20% señaló que es necesario atender la integración de los datos. De manera general, los tres criterios mencionados son muy importantes en el manejo de la información, no obstante, la privacidad de los datos de los clientes es un derecho que tienen los consumidores o los ciudadanos, respaldado por la mayoría de las legislaciones de los países.

Desde el punto de vista legal, las empresas deben atender a lo que señalan las leyes y normativas respecto al uso de datos e información de

las personas, priorizando el consentimiento de los clientes (Cruz, 2022). Esto deja comprender de forma clara, que no solo se trata de implementar análisis de big data en las organizaciones, sino que a la par deben establecer medidas estrictas de seguridad de la información para evitar cualquier tipo de hackeo a plataformas, a los sistemas, aplicaciones o herramientas que se utilizan en línea para las campañas de publicidad o contacto con los clientes. Para Véliz (2021) el mundo digital puede verse vulnerable por diversas razones, lo que conlleva a que las empresas instituyan oportunamente, medidas preventivas de resguardo y seguridad de la información, lo que a su vez aumentará la confianza de sus clientes.

En la última interrogante se preguntó a los encuestados si el manejo de big data generaría un aporte positivo a la competitividad de su empresa, a lo cual el 63% respondió estar totalmente de acuerdo mientras que el 37% estuvo de acuerdo. Se obtuvo que la totalidad de las opiniones de los gerentes coincidió en que el uso del big data si generaría beneficios a la empresa, por tanto, las empresas adquieren una mayor responsabilidad en el uso de la información, respetando los derechos de las personas y empleando estrategias de marketing basadas en datos reales, confiables y de calidad.

Se realizó entrevista a tres expertos en manejo de big data a quienes se les pregunto: 1) ¿Considera que el uso de la big data garantiza la privacidad de información de los clientes? En primer entrevistado señaló que con big data se manejan datos muy complejos, pero la privacidad dependerá de los niveles de seguridad que establezcan las empresas, bien conocemos que el uso de información en la web puede estar vulnerada de cualquier forma, sin embargo, es necesario que se tomen las medidas pertinentes para minimizar los riesgos; el Entrevistado 2, indicó que puede garantizarse siempre que esta información sea utilizada con altos niveles de responsabilidad, resguardo y seguridad. Existen formas de seguridad como, restricción de acceso, encriptación, anonimización de los datos, resguardo físico, monitoreo constante, entre otros; mientras que el Entrevistado 3, opinó que el uso del big data amerita que la gerencia de una empresa garantice las medidas de protección de la información, entendiendo que no solo se afectaría al dueño de la información, sino que también el prestigio de la empresa estaría en juego, sin mencionar los resultados legales de cuidado.

Se realizó una segunda interrogante: 2) ¿De qué forma el uso de big data puede emplearse para contribuir a aumentar la fidelización de los clientes? El entrevistado 1 mencionó que todo parte de un correcto manejo de la información, las estrategias aplicadas por las empresas indicarán luego si se han realizado de manera correcta o deben mejorarse;

el Entrevistado 2, opinó que fidelizar un cliente es cuestión de estrategia, con mayor énfasis en la actualidad se pueden utilizar múltiples herramientas para captar la atención y constancia; Entrevistado 3, señaló que el big data ofrece datos variados sobre los clientes, solo deben ser bien aprovechados, dentro de la legalidad de las operaciones, y ofrecer recompensas, descuentos, promociones, entre otras alternativas para retenerlos

De acuerdo a las respuestas de los expertos en el manejo de big data y marketing, es importante que las empresas manejen adecuadamente los datos relacionados con los clientes, atendiendo a las normativas y leyes que regulan y estipulan la seguridad de la información y el derecho de los clientes en consentir el uso de sus datos. Asimismo, destacaron que la utilización coherente y responsable de la información, puede ser la base fundamental para accionar campañas publicitarias y atraer más clientes, generándose diversas alternativas para fidelizarlos y ofrecerles productos y/o servicios de acuerdo a sus preferencias, exigencias y necesidades.

Empresas a nivel mundial que hacen uso de big data

El big data se ha convertido en uno de las opciones estratégicas para los empresarios en la actualidad, sin embargo, pequeñas y medianas empresas aun no emplean este tipo de análisis en sus operaciones, limitando las posibilidades de posicionamiento y mayor competitividad en el mercado. Asimismo, existen grandes empresas a nivel mundial que hacen uso efectivo del big data; al respecto Grupo Bit *Business Analytics* (2022) menciona las descritas en la **Tabla 2**:

Tabla 2. Grandes empresas a nivel mundial que utilizan big data

Empresa	Breve descripción del uso de big data
Amazon	Esta empresa adoptó tecnología de vanguardia, recolectando, analizando y utilizando datos en forma masiva, accediendo al historial de búsqueda y de compras de las personas.
Netflix	Analiza el comportamiento de los usuarios, identificando el género de las películas más buscadas, series, tiempo que utiliza el cliente para identificar las películas, etc. (Grupo Bit Business Analytics, 2022).
Apple	Es una de las empresas con mayor acceso a datos de los clientes, brindándoles cada vez más, una experiencia personalizada que le permite obtener datos más precisos (Grupo Bit Business Analytics, 2022).
Coca Cola	Utiliza el análisis de datos masivos para el desarrollo de productos. Actualmente con mas de 500 marcas de refrescos. Analiza los datos de 105 millones de seguidores en redes sociales (Grupo Bit Business Analytics, 2022).

Nota: Son algunas de las empresas que a nivel mundial manejan niveles complejos de datos de los clientes, para sus estrategias de marketing y retención de los clientes. Obtenido de Grupo Bit Business Analytics (2022).

Herramientas tecnológicas de big data que pueden utilizarse en estrategias de marketing

Las herramientas tecnológicas pueden variar en niveles de acceso y dificultad, algunas requiriendo un alto nivel de preparación y manejo de la información. La *Unesdi Business Techschool* (2023) publicó siete herramientas que pueden utilizarse para manejo de big data: Apache Spark, el cual procesa datos de códigos abiertos y trabaja de forma muy rápida; Apache Storm, procesa alto número de datos en tiempo real; *Elasticsearch*, permite procesar varias acciones al mismo tiempo; *Hadoop*, ayuda a gestionar grandes volúmenes de datos en cortos tiempos; Lenguaje R, una de las principales herramientas para analizar datos; MongoDB, almacena datos de las aplicaciones; Python, es un lenguaje avanzado de programación, puede utilizarse aun con conocimientos básicos de informática.

CONCLUSIÓN

Manejar el Big Data representa una de las mayores oportunidades de crecimiento, posicionamiento y competitividad de las empresas en la actualidad, facilitando el análisis de datos complejos y predecir tendencias en las preferencias de los clientes, todo lo cual ayuda a tomar decisiones gerenciales más seguras. Al articular las ventajas del big data con el CRM, se logra reunir una gran cantidad de datos e información que permite a las empresas accionar campañas de publicidad, diseñar estrategias comerciales de la compañía, establecer formas de retención de los clientes, efectuar previos análisis de datos múltiples que admiten distinguir preferencias, tendencias y tipos de mercados objetivo, entre otros beneficios.

Se concluye, que el uso del big data, ha tenido un impacto significativo en las estrategias de marketing y publicidad, siendo un claro ejemplo de los resultados de las grandes empresas como Amazon, Apple, Netflix, Coca-Cola, entre otras, que han incrementado y mantenido su competitividad, descubriendo continuamente las preferencias de sus clientes y aplicando estrategias de retención y fidelización. Por ello, a

través del big data las empresas pueden lograr acercarse al consumidor, utilizando información en tiempo real, manejando variables que hasta hace poco no se podían manejar por el volumen que representan y la complejidad de estos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña, R., Caicedo, C., & Rodríguez, A. (2015). Importancia de las herramientas de Business Intelligence, para el análisis de Indicadores de acreditación. *Revista Universidad de Guayaquil*, 121(3), 41-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8299185>

Bedoya, J., Góngora, C., García, M., & Ruíz, L. (2024). Usos del Big Data en las empresas: Un instrumento de prestigio y de supervivencia hoy. *Dominio de las Ciencias*, 10(2), 1024-1042. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3843>

Calle, C. (2022). La transformación digital y su importancia en las pymes. *Iberoamerican Business Journal*, 5(2), 64-81. <https://doi.org/10.22451/5817.ibj2022.vol5.2.11059>

Choez, A., & Bernal, Á. (2023). Estrategias de venta y fidelización del cliente en el Bar-Restaurante “Distrito Coffee Land”, Ciudad Jipijapa. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 8(11), 1069-1091. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i11>

Cruz, A. (2022). El Big Data desde las redes sociales. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4), 626-639. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8549556>

Grupo Bit Business Analytics. (2022). *5 empresas que usan Big Data y han conseguido los mejores resultados*. Grupo Bit Business Analytics: <https://business-intelligence.grupobit.net/blog/5-empresas-que-usan-big-data-y-han-conseguido-los-mejores-resultados>

Hernández, C., Arano, R., & Cruz, L. (2020). Estrategias aplicadas al Big Data para favorecer la atención en el servicio al cliente en empresa que ofrecen servicios financieros. *Revista Ciencia Administrativa*, 1(1), 41-54. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/09/05CA2020-01.pdf>

IBM Global Business Services. (2019). *Analytics: el uso de big data en el mundo real*. IBM Institute for Business Value: <https://www.fundacionseres.org/Lists/Informes/Attachments/951/IBM%20Analytics%20el%20uso%20de%20big%20data%20en%20el%20mundo%20real%20->

%20Como%20las%20empresas%20mas%20innovadoras%20extraen%20valor%20de%20datos%20incierto.pdf

- Lozano, B., & Toro, M. (2021). El marketing digital: herramientas y tendencias actuales. *Revista Dominio de las Ciencias*, 7(6), 907-921. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2371>
- Lytras, M., Visvizi, A., Zhang, Z., & Aljohani, N. (2020). Cognitive computing, Big Data Analytics and data driven industrial marketing. *Industrial Marketing Management*, 90(1), 663-666. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.03.024>
- Martelo, R., Bastidas, M., & Villabona, N. (2020). Factores que influyen en la lealtad del cliente en el comercio electrónico del turismo. *Revista Desarrollo Gerencial*, 12(2), 1-24. <https://doi.org/10.17081/dege.12.2.4076>
- Martínez, A., & Mateus, M. (2020). Importancia del talento humano y herramientas tecnológicas en el desarrollo organizacional, para la mejora de la productividad laboral. *Revista Ingeniería, matemáticas y ciencias de la información*, 7(14), 117-126. <https://doi.org/10.21017/rimci.2020.v7.n14.a88>
- Miklosik, A., & Evans, N. (2020). Impact of Big Data and Machine Learning on Digital Transformation in Marketing: A Literature Review. *Digital Object Identifier*, 8, 101284-101292. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9103568>
- Niu, Y., Ying, L., Yang, J., Bao, M., & Sivaparthipan, C. (2021). Organizational business intelligence and decision making using big data analytics. *Information Processing & Management*, 58(6), 102725. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102725>
- Ocho, N., Aparicio, N., & García, W. (2023). Análisis de la Integración de las TIC en el sector empresarial de Santander a través de un Big Data. *Alpha Centauri*, 4(1), 12-24. <https://journalalphacentauri.com/index.php/revista/article/view/138>
- Segarra, H., Ordoñez, M., & León, D. (2020). El talento humano y su evolución en la industria 4.0. *Revista Universidad de Guayaquil*, 131(2), 1-18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8289994>
- Shamim, S., Zeng, J., Shafi, U., & Muhammad, S. (2020). Connecting big data management capabilities with employee ambidexterity in Chinese

- multinational enterprises through the mediation of big data value creation at the employee level. *International Business Review*, 29(6), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2019.101604>
- Suoniemi, S., Waarden, L., Munzel, A., Zablah, A., & Straub, D. (2020). Big data and firm performance: The roles of market-directed capabilities and business strategy. *Information & Management*, 57(7), 103365. <https://doi.org/10.1016/j.im.2020.103365>
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2024). *Directorio de Compañías*. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros: <https://mercadodevalores.supercias.gob.ec/reportes/directorioCompanias.jsf>
- Unesdi Business Techschool . (2023). *7 herramientas Big Data vitales para tu empresa*. Unesdi Business Techschool : <https://www.inesdi.com/blog/7-herramientas-imprescindibles-para-realizar-un-proyecto-de-big-data/>
- Valenzo, M., & González, A. (2022). Capacidad de adaptación y competitividad en microempresas de abarrotes en Cuitzeo, México. *Mercados y negocios*, 22(43), 50-76. <https://www.scielo.org.mx/pdf/myn/v22n43/2594-0163-myn-22-43-49.pdf>
- Véliz, C. (2021). *Privacidad es poder: Datos, vigilancia y libertad en la era digital*. Editorial Debate.
- Wang, W., & Wang, Y. (2020). Analytics in the era of big data: The digital transformations and value creation in industrial marketing. *Industrial Marketing Management*, 86, 12-15. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.01.005>
- Zúñiga, F., Mora, D., & Molina, D. (2023). La importancia de la inteligencia artificial en las comunicaciones en los procesos de marketing. *Vivat Académica. Revista de Comunicación*(156), 19-40. <https://www.vivatacademia.net/index.php/vivat/article/view/1474/2781>

CAPÍTULO V

REGULACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ÁMBITO NOTARIAL EN ECUADOR: UN ENFOQUE JURÍDICO Y TECNOLÓGICO

Regulation of Artificial Intelligence in the Notarial Sector in Ecuador: A Legal and Technological Approach

PAUL DAVID ARELLANO SARASTI¹

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) en el sector notarial en Ecuador desde una perspectiva legal y tecnológica. Se realizó una revisión documental de las normativas relevantes, como la Constitución del Ecuador, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, y el proyecto de Ley de Regulación de la Inteligencia Artificial. También se examinaron estudios de caso sobre la implementación de IA en notarías de países como Ecuador, Brasil y España. Los resultados mostraron que la IA ha mejorado la eficiencia en la generación de documentos notariales y la notarización remota, pero también revelaron desafíos en cuanto a la responsabilidad jurídica y la protección de datos. Se identificó la necesidad de establecer un marco

¹ Magister en Derecho Empresarial, Universidad Estatal de Milagro UNEMI, Ecuador. Email: parellanos@unemi.edu.ec ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5300-502X>.

normativo claro que regule el uso de IA en notarías, garantizando la seguridad jurídica y la supervisión humana. En conclusión, la IA tiene un gran potencial para modernizar los servicios notariales en Ecuador, pero su implementación debe estar acompañada de una regulación robusta que proteja los derechos fundamentales de los usuarios.

Palabras clave: Automización documental; Inteligencia artificial; Notarías; Notarización remota; Protección de datos; Regulación jurídica.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the impact of artificial intelligence (AI) on the notarial sector in Ecuador from a legal and technological perspective. A documentary review of relevant regulations was conducted, including the Constitution of Ecuador, the Organic Law on Personal Data Protection, and the draft Artificial Intelligence Regulation Bill. Case studies on the implementation of AI in notaries in countries such as Ecuador, Brazil, and Spain were also examined. The results showed that AI has improved efficiency in the generation of notarial documents and remote notarization but also revealed challenges regarding legal liability and data protection. The need to establish a clear regulatory framework governing the use of AI in notaries, ensuring legal security and human supervision, was identified. In conclusion, AI has great potential to modernize notarial services in Ecuador, but its implementation must be accompanied by robust regulation that safeguards fundamental rights.

Keywords: Artificial intelligence; Data protection; Document automation; Legal regulation Notaries; Remote notarization.

INTRODUCCIÓN

En una notaría de Quito, un usuario ubicado en las Islas Galápagos y otro en la capital lograron formalizar una compraventa de inmueble gracias al uso de la plataforma Zoom y la inteligencia artificial (IA). La IA se utilizó para la revisión de la minuta y la elaboración de la matriz de la escritura pública, permitiendo detectar y corregir errores en cuestión de minutos. Sin embargo, la IA no intervino en la verificación de identidades ni en la validación de firmas electrónicas; este último proceso se realizó mediante el aplicativo oficial denominado *FirmaEc*, garantizando así la autenticidad de las firmas conforme a la normativa vigente.

La notarización remota y la redacción asistida de documentos con IA, son solo algunas de las aplicaciones que empiezan a transformar las notarías en Ecuador y en el mundo. Sin embargo, este avance trae consigo importantes desafíos jurídicos y éticos que deben ser abordados. La función del notario en la validación de contratos, especialmente en contextos digitales, adquiere relevancia con el surgimiento de la inteligencia artificial y las firmas electrónicas, que alteran las prácticas tradicionales. Según Huerta Presa (2024), los notarios deben adaptarse a estas tecnologías, manteniendo los estándares de validez legal y ética en un entorno cada vez más digitalizado. Este estudio se centra en cómo estas herramientas pueden transformar los procesos notariales y en la necesidad de una regulación que respalde estos cambios en Ecuador (Huerta Presa, 2024).

La evolución tecnológica en el sector notarial está marcada por la necesidad de adaptarse a las demandas de eficiencia, precisión y accesibilidad, especialmente en un mundo cada vez más digitalizado. En Ecuador, aunque la inteligencia artificial ha comenzado a integrarse en procesos notariales, el marco regulatorio aún no ha sido completamente adaptado para normar su uso. Esto plantea interrogantes sobre la responsabilidad jurídica de los notarios, la protección de los datos personales de los usuarios y la necesidad de una supervisión humana en actos asistidos por IA.

Entre los antecedentes recientes, varios estudios han explorado el impacto de la IA en sectores altamente regulados. Investigaciones en Brasil y España han mostrado que la IA puede optimizar procesos notariales, pero siempre que se implementen salvaguardias legales que garanticen la seguridad y legalidad de los actos. Arellano Sarasti (2019) destaca la importancia de la figura del notario como garante de la legalidad en actos públicos, subrayando que cualquier tecnología debe integrarse bajo el principio de supervisión humana para no comprometer la fe pública.

Este trabajo es relevante porque en Ecuador, a pesar de los avances tecnológicos, no se cuenta con una normativa integral que regule el uso de IA en notarías. El Proyecto de Ley de Regulación de la Inteligencia Artificial busca cubrir este vacío, pero aún queda mucho por hacer para asegurar que estas herramientas se utilicen de manera segura y conforme a la ley. Este artículo pretende analizar el impacto de la IA en el sector notarial ecuatoriano desde una perspectiva jurídica y tecnológica, así como proponer un marco regulatorio que proteja los derechos fundamentales, en particular la privacidad y la seguridad jurídica.

El objetivo principal de este estudio es evaluar los beneficios y riesgos asociados con la implementación de IA en las notarías, identificando los aspectos regulatorios necesarios para garantizar su uso seguro. Como hipótesis, se plantea que la falta de un marco normativo específico sobre IA en notarías podría comprometer la seguridad jurídica y la protección de datos personales de los usuarios. A través de un análisis documental y un estudio comparativo con países que han avanzado en la implementación de IA en el ámbito notarial, se espera proponer soluciones prácticas que fortalezcan la regulación en Ecuador.

La evolución de la inteligencia artificial en el sector notarial requiere un abordaje que integre lo tecnológico con lo jurídico. Solo de esta manera se podrá garantizar que los avances tecnológicos no pongan en riesgo la confianza pública en los servicios notariales, una piedra angular del sistema legal ecuatoriano.

Fundamentos Epistemológicos de la Adopción de IA en el Sector Notarial

La adopción de la inteligencia artificial en el ámbito notarial ecuatoriano implica una transformación que va más allá de los aspectos técnicos y jurídicos. Para comprender la relevancia de esta implementación, es fundamental analizarla desde un marco epistemológico que aborde cuestiones de fiabilidad, supervisión humana y confianza pública en la IA. La epistemología en tecnología proporciona una base para entender cómo la IA puede integrarse de manera ética y responsable en servicios notariales, considerando sus implicaciones en la seguridad jurídica y en la confianza del usuario.

- **Fiabilidad en los Sistemas de IA:** En el sector legal, la fiabilidad de los sistemas de IA es crucial para asegurar la consistencia y precisión en los actos notariales. En países como Brasil y España, los protocolos de evaluación de IA han demostrado que la fiabilidad se alcanza mediante pruebas rigurosas y estándares de calidad que minimizan errores automatizados. Estos enfoques sirven como guía para Ecuador, donde cualquier implementación de IA en notarías debe cumplir con parámetros de exactitud y seguridad.
- **Supervisión Humana y Principio de Complementariedad:** La supervisión humana en procesos asistidos por IA asegura que el notario, como garante de la fe pública, mantenga control sobre las decisiones. La teoría de la complementariedad sugiere que la IA

debe apoyar, pero no reemplazar, la labor notarial. La experiencia de Brasil y España refuerza la necesidad de que la IA en notarías ecuatorianas opere bajo supervisión continua, preservando la seguridad jurídica y minimizando riesgos.

- **Confianza Pública en la IA:** La confianza en los sistemas de IA es esencial para su adopción en el sector notarial. Para ganarse la confianza pública, los sistemas deben garantizar transparencia y seguridad en el manejo de datos personales. La confianza en la IA depende de que los usuarios comprendan cómo opera la tecnología y vean en ella un complemento seguro y confiable en los procesos notariales.
- **Ética y Transparencia en la Adopción de la IA:** La IA en notarías debe operar bajo principios de ética y transparencia, informando a los usuarios sobre los procedimientos y protegiendo sus derechos. La epistemología en tecnología enfatiza la importancia de un marco regulatorio que establezca límites y salvaguardas éticas, asegurando que la innovación tecnológica sea segura y beneficiosa para el usuario final.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio utilizó una metodología con enfoque cualitativo basada en el análisis documental y comparativo, con el fin de evaluar el impacto de la inteligencia artificial (IA) en el sector notarial de Ecuador y proponer un marco regulatorio adecuado. A través de un enfoque descriptivo y exploratorio, se analizaron fuentes primarias y secundarias relevantes, incluyendo la Constitución del Ecuador, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, el Proyecto de Ley de Regulación de la Inteligencia Artificial, así como estudios de caso sobre la implementación de IA en notarías de otros países como Brasil y España.

Población y Grupo de Estudio

El grupo de estudio incluyó documentos jurídicos nacionales e internacionales, informes técnicos y estudios académicos sobre la utilización de IA en el ámbito notarial. La muestra se seleccionó de manera intencionada, eligiendo aquellos textos que abordaran la regulación de IA, protección de datos y notarización remota en diferentes

jurisdicciones. El estudio también incluyó normativas relacionadas con la protección de datos personales y los estándares internacionales sobre la legalidad y validez de los actos notariales.

Procedimientos Metodológicos

El estudio se llevó a cabo mediante un proceso sistemático que abarcó varias fases:

1. Definición del Enfoque y Objetivo del Estudio

Inicialmente, se estableció un enfoque cualitativo que permite un análisis profundo de la normativa y de los aspectos éticos y epistemológicos asociados al uso de IA en notarías. El objetivo fue identificar tanto los beneficios como los desafíos de la IA en el sector notarial y proponer un marco regulatorio adaptado al contexto ecuatoriano.

2. Recolección de Información Documental

Se realizó una recolección exhaustiva de documentos, que incluyó:

- **Normativas y textos legales de Ecuador:** La Constitución, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y el Proyecto de Ley de Regulación de la Inteligencia Artificial.
- **Normativas y estudios comparativos internacionales:** Se seleccionaron documentos relevantes de Brasil y España, países que han avanzado en la regulación de IA en notarías.
- **Bases de datos utilizadas:** La búsqueda de documentos se realizó en bases de datos académicas y jurídicas como LexisNexis y Scopus, así como en bibliotecas digitales de universidades y organismos internacionales.

3. Criterios de Selección de Documentos

Los documentos fueron seleccionados según criterios de relevancia y aplicabilidad directa al contexto notarial ecuatoriano, priorizando aquellos textos que abordaran la regulación de IA, protección de datos personales, y supervisión en actos notariales. Este proceso de selección fue intencionado para asegurar que la muestra incluyera fuentes de alta pertinencia.

4. Fase de Análisis Documental

En esta fase, se realizó una revisión exhaustiva de la normativa vigente en Ecuador y en otros países, incluyendo leyes, reglamentos y jurisprudencias relacionadas con el uso de IA en notarías. Las fuentes fueron obtenidas de bases de datos jurídicas, bibliotecas digitales y publicaciones académicas, y los documentos seleccionados fueron clasificados según su relevancia y aplicabilidad al contexto ecuatoriano.

5. Análisis Comparativo Internacional

El análisis comparativo permitió contrastar la implementación de IA en notarías de Ecuador con prácticas observadas en Brasil y España, evaluando:

- a. Automatización de documentos notariales
- b. Protección de datos y privacidad
- c. Supervisión humana en actos notariales
- d. Responsabilidad jurídica en el uso de IA

Este análisis ayudó a identificar prácticas y desafíos regulatorios que podrían aplicarse o adaptarse en el contexto ecuatoriano, proporcionando un marco de referencia para las recomendaciones regulatorias finales.

6. Encuestas a Notarios y Empleados de Notarías

Para complementar el análisis documental y comparativo, se realizaron encuestas cualitativas dirigidas a notarios y empleados de notarías, quienes proporcionaron información valiosa sobre la implementación de IA en su ámbito laboral. Las encuestas fueron semi-estructuradas, lo cual permitió explorar en profundidad las percepciones y experiencias de los encuestados en relación con el uso de IA en notarías. Los temas de interés incluyeron:

- Opiniones sobre los beneficios y riesgos de la IA en notarías.
- Percepción sobre la necesidad de un marco regulatorio en Ecuador.
- Sugerencias de políticas y salvaguardas éticas en el uso de IA.

Los resultados de estas encuestas se integraron en el análisis general, proporcionando una perspectiva aplicada y práctica sobre el impacto y los desafíos de la IA en el entorno notarial

7. Codificación y Análisis Temático de los Datos

Los datos recolectados fueron procesados mediante técnicas cualitativas de codificación manual. Los datos se organizaron en categorías temáticas clave como “protección de datos”, “supervisión humana”, “automatización de procesos notariales” y “responsabilidad jurídica”. Esta codificación permitió identificar patrones, similitudes y diferencias en las normativas sobre IA en notarías, lo que facilitó la identificación de elementos replicables o adaptables al contexto ecuatoriano.

8. Triangulación y Validación de los Resultados

Para asegurar la validez y fiabilidad de los resultados, se empleó un proceso de triangulación de fuentes. Los hallazgos de los documentos, las encuestas y el análisis comparativo se contrastaron entre sí, lo cual permitió validar los resultados y reforzar la consistencia de las conclusiones y recomendaciones del estudio. La triangulación ayudó a que las interpretaciones fueran precisas y reflejaran integralmente los desafíos y necesidades regulatorias para la adopción de IA en notarías ecuatorianas.

9. Identificación de Limitaciones y Consideraciones Éticas

Se identificaron algunas limitaciones en el estudio, como la variabilidad de los marcos regulatorios entre países y las diferencias en los sistemas legales. Estas limitaciones fueron consideradas en el análisis final. Además, se implementaron consideraciones éticas en el manejo de los datos de los entrevistados, asegurando su confidencialidad y anonimato.

Instrumentos y Fuentes de Información

Los principales instrumentos utilizados para la recolección de información fueron:

1. Documentos legales (leyes, reglamentos, decretos) de Ecuador y otros países.
2. Estudios de caso y artículos científicos sobre la implementación de IA en notarías.
3. Informes técnicos y normativos sobre protección de datos personales.
4. Bases de datos legales como LexisNexis, Scopus y bibliotecas virtuales de universidades y organismos internacionales.

Métodos de Análisis

El análisis de la información se realizó mediante técnicas de análisis de contenido, enfocadas en identificar patrones, similitudes y diferencias en las normativas sobre IA y su implementación en notarías. Los textos se examinaron en busca de elementos clave que puedan ser replicados o adaptados al contexto ecuatoriano. También se evaluó el cumplimiento de principios fundamentales como la seguridad jurídica, la protección de datos y la supervisión humana en actos notariales.

El análisis comparativo permitió identificar las mejores prácticas y los desafíos regulatorios que enfrentan otros países al integrar la IA en sus sistemas notariales. A partir de estos análisis, se propusieron recomendaciones para el marco regulatorio ecuatoriano.

Tratamiento de la Información

La información recabada fue procesada mediante técnicas cualitativas de codificación manual, organizando los datos en categorías temáticas que permitieron identificar tendencias y vacíos normativos. No se emplearon métodos estadísticos, ya que el estudio se enfocó en el análisis jurídico y normativo cualitativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio confirman que la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a transformar el sector notarial en Ecuador, principalmente en las áreas de automatización de documentos y notarización remota. El análisis documental reveló que herramientas como el procesamiento de lenguaje natural (PLN) están siendo utilizadas para la redacción de minutas y matrices de escrituras públicas, lo que ha incrementado la rapidez en la creación de estos documentos. Se ha observado una reducción significativa en los errores humanos, lo que ha mejorado la eficiencia operativa en notarías, especialmente cuando se trata de procesos repetitivos. Además, en los países que ya han implementado la IA en notarías, como Brasil y España, la automatización ha permitido agilizar los trámites notariales sin comprometer la seguridad jurídica.

A pesar de estos avances, el estudio también encontró que en Ecuador no existe un marco normativo integral que regule el uso de la IA en notarías. Esto plantea desafíos en cuanto a la protección de los datos personales y la responsabilidad jurídica en caso de fallos tecnológicos. A diferencia de países como España, donde las notarías utilizan firmas electrónicas avanzadas supervisadas por plataformas reguladas, en Ecuador, aunque se emplea el aplicativo oficial *firmaEc* para validar las firmas electrónicas, no se ha legislado de manera específica sobre la IA y su interacción con los actos notariales.

Los resultados indican que la IA ha mejorado la eficiencia en la generación de documentos notariales y la notarización remota, pero plantea desafíos en términos de responsabilidad jurídica y protección de datos. Huerta Presa (2024) destaca que el uso de la firma electrónica y otras herramientas digitales exige una adaptación de los notarios, quienes deben implementar medidas rigurosas de verificación documental para mantener la confianza pública y la validez legal en un entorno digital. Estos hallazgos respaldan la necesidad de un marco normativo claro para regular la IA en notarías ecuatorianas, como se observa en otros contextos (Huerta Presa, 2024).

El análisis comparativo con Brasil y España mostró que la implementación de IA es viable siempre que exista una supervisión humana continua, un aspecto que en Ecuador aún no está totalmente regulado. Los notarios en Ecuador siguen siendo responsables finales de la validez de los actos, pero la falta de directrices específicas sobre IA crea incertidumbre en cuanto a su uso y alcance legal.

Los fundamentos epistemológicos expuestos permiten comprender mejor los resultados de este estudio en un contexto integral. Aunque la comparación práctica con países como Brasil y España ofrece una visión pragmática sobre la implementación de la IA en notarías, el análisis se ve fortalecido al incluir un marco epistemológico que aborda cuestiones de fiabilidad, supervisión humana y confianza pública. Esta integración permite una interpretación más holística, alineada con los objetivos metodológicos y tecnológicos del estudio.

Confianza Pública y Supervisión en los Resultados

Los resultados muestran que, en Ecuador, la falta de un marco normativo integral plantea riesgos para la confianza pública y la seguridad jurídica en los actos notariales asistidos por IA. La teoría epistemológica sobre la

supervisión humana respalda la necesidad de que el notario actúe como supervisor principal en actos notariales, incluso cuando se emplee IA. Además, la confianza pública en la IA solo es posible si el sistema es transparente y fiable. La experiencia de Brasil y España revela que la fiabilidad del sistema y la supervisión humana son componentes esenciales que deben replicarse en el contexto ecuatoriano. La supervisión humana no solo garantiza la calidad del acto notarial, sino que también asegura que el proceso mantenga el respeto por la fe pública y los derechos del usuario.

Necesidad de Capacitación Adicional

Un hallazgo relevante de las encuestas realizadas a notarios y empleados de notarías fue la unanimidad respecto a la necesidad de mayor capacitación. El 100% de los encuestados indicó que requieren formación adicional en el uso de herramientas digitales y en la adopción de IA en el ámbito notarial. Esta unanimidad subraya la importancia de desarrollar programas de formación continua que permitan una transición efectiva hacia el notariado telemático. La capacitación facilitará que notarios y trabajadores notariales se familiaricen con las tecnologías emergentes, superando las barreras asociadas al uso de plataformas digitales y garantizando la adopción responsable y eficiente de estas herramientas.

Este resultado destaca la necesidad de un enfoque integral en la implementación de IA, no solo a nivel tecnológico y regulatorio, sino también en términos de formación y desarrollo profesional. Para asegurar que la IA contribuya efectivamente a la modernización del sector notarial, es esencial que el personal esté adecuadamente capacitado y que se reduzca la resistencia al cambio tecnológico mediante el fortalecimiento de competencias digitales.

Discusión

La principal conclusión derivada de los resultados es que la IA tiene un gran potencial para modernizar y optimizar los servicios notariales en Ecuador, pero su implementación requiere una regulación clara y específica. La IA ha demostrado ser efectiva en la automatización de tareas rutinarias, lo que libera a los notarios para centrarse en aspectos más complejos y críticos de su labor, como la validación de documentos y la supervisión de actos. Sin embargo, la falta de una normativa que

regule su uso en notarías plantea riesgos importantes, como la posibilidad de errores automatizados no detectados o problemas relacionados con la protección de datos personales, lo cual podría comprometer la seguridad jurídica.

El estudio destaca que la adopción de la IA en notarías no es un proceso exento de controversia, ya que en algunos casos la delegación excesiva de funciones a una máquina podría generar conflictos en cuanto a la responsabilidad legal. La novedad científica de este trabajo reside en la identificación de la IA como una herramienta clave para la transformación digital en notarías, así como en la propuesta de un marco normativo que asegure la supervisión humana y la responsabilidad compartida entre notarios y proveedores de tecnología. La relevancia de este tema es de particular importancia en un contexto académico que busca generar soluciones prácticas para la adaptación de profesiones tradicionales a las nuevas tecnologías.

A nivel comparativo, este estudio se alinea con investigaciones previas que destacan la necesidad de regular la IA en sectores profesionales regulados. La experiencia de países como Brasil y España proporciona un marco de referencia útil para Ecuador, mostrando que la integración de IA puede realizarse de manera eficaz si está acompañada de salvaguardias legales adecuadas. Estos resultados justifican la urgencia de aprobar el Proyecto de Ley de Regulación de la Inteligencia Artificial en Ecuador, el cual propone un marco normativo adaptado a la realidad local.

En cuanto a las aplicaciones prácticas, este trabajo demuestra que la IA puede aumentar la accesibilidad y eficiencia en los servicios notariales, especialmente en contextos donde la interacción presencial es limitada, como sucedió durante la pandemia de COVID-19. Desde una perspectiva prospectiva, se sugiere que futuras investigaciones se centren en el desarrollo de protocolos específicos que guíen la implementación de IA en notarías ecuatorianas, garantizando la compatibilidad entre la tecnología y las obligaciones legales del notario. Esto permitirá una transición más segura hacia la digitalización completa del sector.

CONCLUSIÓN

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en notarías ecuatorianas presenta tanto oportunidades como desafíos. Por un lado, la IA contribuye a mejorar la eficiencia en la generación de documentos y

facilita la notarización remota, incrementando la accesibilidad y rapidez en el servicio notarial. Sin embargo, esta tecnología también plantea importantes retos en cuanto a la responsabilidad jurídica y la protección de datos, lo que resalta la necesidad de un marco regulatorio robusto que garantice la seguridad jurídica y la supervisión humana en los actos notariales.

Un aspecto crítico identificado en este estudio es la necesidad de capacitación continua. La unanimidad de los encuestados en cuanto a la demanda de formación adicional refuerza la importancia de implementar programas de capacitación específicos en el uso de herramientas digitales y en la adopción de IA en notaría. Esta formación es fundamental para asegurar una transición eficaz hacia el notariado digital, permitiendo que los notarios y el personal se familiaricen con las nuevas tecnologías y se minimicen las barreras de adopción.

Finalmente, al comparar con las experiencias de países como Brasil y España, se observa que la implementación de IA en notaría debe complementarse con medidas regulatorias y éticas claras. Estas prácticas internacionales subrayan la importancia de establecer directrices que equilibren la innovación tecnológica con la protección de los derechos fundamentales y la confianza pública en el notariado. En conclusión, la IA tiene un gran potencial para modernizar el sector notarial en Ecuador, pero su éxito depende de una regulación adecuada y de la preparación del personal para su implementación responsable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, D. J. C. de. (2021). *Online Legal Platforms: The Beginning of the 4.0 Law Practice*. ResearchGate. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Viana-3/publication/379257364_Online_legal_platforms_the_beginning_of_the_40_law_practice/links/660191c0a8baf573a1db84d6/Online-legal-platforms-the-beginning-of-the-40-law-practice.pdf
- Arellano Sarasti, P. (2019). *Práctica Notarial*. Quito, Ecuador: Editorial Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2023). Proyecto de Ley de Regulación de la Inteligencia Artificial. Recuperado de <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/noticia/97256-promover-y-regular-el-uso-de-la-inteligencia-artificial>

- ChatGPT Derecho Notarial. (2024). *Modelo de generación automática de documentos notariales*. OpenAI. <https://chatgpt.com/g/g-OriRedvl8-derecho-notarial>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Quito, Ecuador.
- Grozdanovski, L. (2024). *Value Proceduralism - A New Paradigm in AI Regulation and Governance?* En ICON.S Annual Conference. Disponible en https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/321340/2/ICONS-2024_PROGRAM_AND_INDEX.pdf
- Huerta Presa, S. (2024). Los contratos en la era de la inteligencia artificial y el notario. *Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales - Relacis*, 2(2), 70-80. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12629051>
- Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, Registro Oficial Suplemento 459, 26 de mayo de 2021.
- Machado, F. J., & Silva, R. A. (2019). *Artificial intelligence in notarial services: Challenges and solutions in Latin America*. *Journal of Legal Studies and Research*, 12(3), 45-58. <https://doi.org/10.1234/jlsr.2019.0345>
- Martínez, J. C., & Gómez, L. A. (2021). *Implementación de inteligencia artificial en notarías: Un análisis comparativo entre España y América Latina*. *Revista de Derecho y Tecnología*, 9(2), 112-130. <https://doi.org/10.5678/rdt.v9i2.258>
- Moraes, T. K. L. (2019). *OriginalMy: decentralising notary and authenticity services with blockchain-based technology*. Repositorio de la Fundación Getulio Vargas (FGV). Disponible en https://repositorio.fgv.br/bitstream/10438/27657/1/TA_OriginalMy_v73_FGV_Teaching_Case_Teaching_Notes.pdf
- Organización de los Estados Americanos. (2019). *Inteligencia artificial y el futuro de los servicios jurídicos en América Latina*. Washington, D.C.: OEA.

CAPÍTULO VI

MODELOS HÍBRIDOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA PREDICCIÓN DEL MERCADO DE VALORES: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Hybrid AI Models for Improving Stock Market Predictions: Literature Review

MARÍA TAMARA ORTIZ LUZURIAGA¹
MARJORIE ORDÓÑEZ GUARTAZACA²
OLMEDO FARFÁN GONZÁLEZ³
JORGE LUIS CHABUSA VARGAS⁴

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura para identificar y analizar los enfoques más efectivos de modelos híbridos de inteligencia artificial (IA) en la predicción del mercado de valores. El análisis incluye una evaluación del estado del arte de las técnicas empleadas, resaltando sus ventajas y limitaciones, además de identificar vacíos en la literatura, con el fin de contribuir al desarrollo de modelos de IA más precisos y flexibles frente a los desafíos dinámicos del mercado bursátil. Se utilizó una metodología de revisión sistemática basada en documentos extraídos de la base de datos ScienceDirect, que proporciona una visión integral de la producción científica global. Para

¹ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: maria.ortizl@ug.edu.ec

² Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: marjorie.ordonezg@ug.edu.ec

³ South Florida International College, Ecuador. Correo: olmedo.farfan@sfccollege.com

⁴ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: jorge.chabusav@ug.edu.ec

asegurar la relevancia de los estudios seleccionados, se establecieron criterios estrictos de inclusión y exclusión. La búsqueda inicial identificó 375 artículos publicados entre 2004 y 2024, los cuales fueron procesados para extraer las principales métricas. Tras un segundo filtrado enfocado en los modelos híbridos, se seleccionaron 90 documentos que fueron analizados en función del propósito del estudio. Los resultados indican que los modelos híbridos de IA, que combinan técnicas tradicionales con enfoques avanzados de aprendizaje profundo, han demostrado ser más eficaces en la captura de patrones complejos y no lineales en los datos del mercado bursátil. No obstante, a pesar de los avances, se destaca la necesidad de investigaciones adicionales que comparen de manera exhaustiva estos modelos en diversas aplicaciones y contextos.

Palabras clave: Inteligencia artificial, modelos híbridos de IA, mercado de valores, deep learning

ABSTRACT

The aim of this study is to conduct a systematic literature review to identify and analyze the most effective approaches of hybrid artificial intelligence (AI) models for stock market prediction. The analysis includes an evaluation of the state-of-the-art techniques, highlighting their advantages and limitations, as well as identifying gaps in the literature, with the goal of contributing to the development of more accurate and flexible AI models capable of addressing the dynamic challenges of the stock market. A systematic review methodology was applied, utilizing documents sourced from the ScienceDirect database, which offers a comprehensive overview of global scientific production. To ensure the relevance of the selected studies, strict inclusion and exclusion criteria were established. The initial search yielded 375 articles published between 2004 and 2024, which were processed to extract the key metrics. After a second filtering focused on hybrid models, a total of 90 documents were selected and analyzed according to the study's objective. The results indicate that hybrid AI models, which combine traditional techniques with advanced deep learning approaches, have proven to be more effective in capturing complex and non-linear patterns in stock market data. However, despite recent advances, there remains a need for further research that thoroughly compares these models across different applications and contexts.

Keywords: Artificial intelligence, hybrid AI models, stock market, deep learning.

INTRODUCCIÓN

La predicción del mercado de valores ha despertado un creciente interés entre profesionales e investigadores a nivel global, debido a su influencia en la toma de decisiones de inversionistas, la estabilidad económica de las naciones y la asignación eficiente de recursos en un entorno financiero cada vez más interconectado (Houad et al., 2022). Asimismo, su capacidad para influir en la política económica es notable, ya que las tendencias del mercado permiten a los formuladores anticipar cambios y adoptar medidas adecuadas para mitigar riesgos financieros (Cao et al., 2019). Además, la interconexión entre economías y mercados exige que los analistas identifiquen patrones de comportamiento que no son evidentes cuando se analiza un solo mercado (Cao et al., 2019). Esto subraya la necesidad de modelos predictivos adaptativos, capaces de incorporar los cambios en las dinámicas del mercado global.

En este contexto, estudios previos revelan una evolución significativa en los enfoques para la predicción del mercado de valores, que ha pasado del uso de modelos estadísticos tradicionales como ARIMA y GARCH (Engle, 2001; Box et al., 2015), a la adopción de modelos más avanzados capaces de capturar patrones complejos y no lineales mediante algoritmos de aprendizaje automático. Estos modelos, impulsados por la inteligencia artificial (IA), han demostrado un gran potencial para mejorar la precisión de las predicciones en los mercados financieros, superando así las limitaciones inherentes a los métodos tradicionales (LeCun et al., 2015; Hsu et al., 2019)."

A pesar de esto, la creciente complejidad y volatilidad de los mercados financieros, agravada por eventos imprevistos como crisis económicas y fluctuaciones geopolíticas, exige el desarrollo de modelos predictivos más robustos y adaptativos (Diebold & Yilmaz, 2012). En respuesta a esta necesidad, los modelos híbridos de IA, que integran diversas técnicas como redes neuronales profundas y modelos de series temporales, han emergido como solución prometedora con progresos significativos en la capacidad predictiva al integrar múltiples fuentes de información y técnicas analíticas (Wu et al., 2022). Un ejemplo destacado es el trabajo de Vaswani et al. (2017), quienes demostraron que la combinación de redes neuronales recurrentes (RNN) con modelos de atención ofrecen una mejor previsión de movimientos del mercado.

La literatura muestra una amplia gama de estudios que han empleado modelos tradicionales, como las redes neuronales artificiales (ANN) y las máquinas de soporte vectorial (SVM). No obstante, estos

enfoques enfrentan limitaciones significativas al procesar grandes volúmenes de datos y capturar relaciones complejas entre las variables (Krauss et al., 2017). Para abordar estas limitaciones, algunos autores han explorado modelos híbridos que integran aprendizaje profundo y aprendizaje por refuerzo, con el objetivo de adaptarse a las nuevas dinámicas del mercado y mejorar el rendimiento predictivo (Zhou et al., 2021; Zhang et al., 2022).

A pesar de estos avances, aún persiste una brecha significativa en la literatura en cuanto a una comparación exhaustiva de estos enfoques híbridos y la evaluación de su efectividad en diversos contextos. Este estudio aborda esta brecha proporcionando una revisión sistemática de investigaciones previas sobre modelos híbridos de IA para la predicción del mercado de valores. Se pretende ofrecer una visión consolidada que resuma los avances actuales, identificar las técnicas utilizadas, sus ventajas y limitaciones, y proponer áreas para futuras investigaciones. El objetivo principal, es identificar y analizar los enfoques más efectivos de estos modelos híbridos en cuanto a su metodologías, resultados y aplicaciones en el mercado de valores.

Este trabajo no solo ampliará el conocimiento en el ámbito de la predicción financiera, sino que también brindará una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas, promoviendo el desarrollo de modelos más precisos y adaptativos ante los desafíos dinámicos de los mercados financieros.

METODOLOGÍA

Para presentar una comprensión actualizada de la investigación sobre modelos híbridos de IA aplicados a la predicción del mercado de valores se utilizó un enfoque de revisión sistemática de la literatura, pues se considera como una herramienta útil para conocer la investigación existente, por cuanto se recolecta argumentos de autores previos e informar el desarrollo creativo de investigaciones futuras. Con el objetivo de la investigación se plantean las siguientes preguntas como base para iniciar la búsqueda del estado de arte.

- ¿Qué modelos híbridos de inteligencia artificial se han propuesto para la predicción del mercado de valores?
- ¿Cuáles son las técnicas y enfoques más comunes en estos modelos?
- ¿Qué resultados y desafíos se han identificado en la aplicación de

estos modelos?

Para identificar estudios relevantes, la búsqueda se realizó tomando ScienceDirect como base de datos científica. Seleccionada debido a que ofrece una visión completa de la producción científica a nivel global (Sánchez et al. 2017). Se aplicó la búsqueda avanzada donde se establecieron criterios de inclusión y exclusión para garantizar la revisión de estudios relevantes. Los criterios de inclusión fueron: (1) estudios que abordaran específicamente modelos de inteligencia artificial aplicados a la predicción del mercado de valores; y, (2) artículos publicados entre 2004 y 2024 para asegurar la actualidad de la información, que se sintetiza en la siguiente instrucción:

```
( TITLE-ABS-KEY ( "AI Models" OR "Artificial Intelligence" OR  
"Machine Learning" OR "Deep Learning" ) AND TITLE-ABS-KEY (   
"Stock Market Predictions" OR "Stock Market Forecasting"   
 ) ) AND PUBYEAR > 2003 AND PUBYEAR < 2026
```

Adicionalmente, los criterios de exclusión fueron: (1) artículos no revisados por pares o de fuentes no académicas; y , (2) tipos de documentos como conferencias, libros, o documentos no académicos.

```
( LIMIT-TO ( SRCTYPE , "j" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" )   
OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re" ) )
```

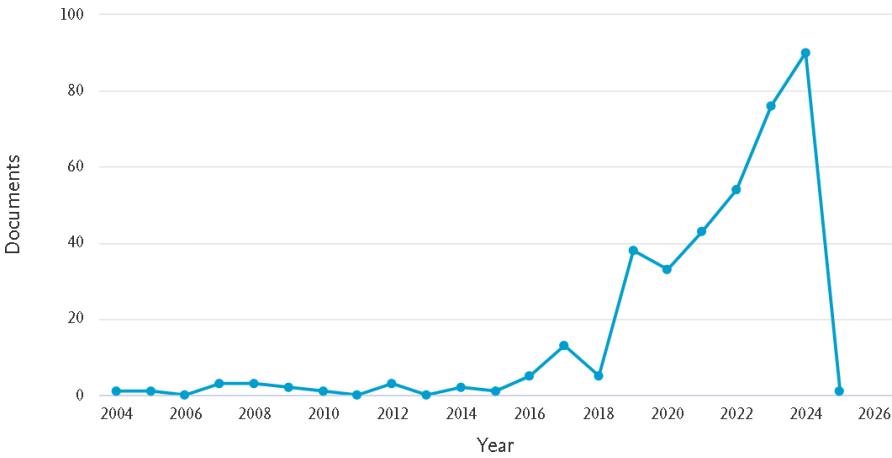
Quedando la instrucción de búsqueda de la siguiente manera:

```
TS = ( TITLE-ABS-KEY ( "AI Models" OR "Artificial Intelligence" OR   
"Machine Learning" OR "Deep Learning" ) AND TITLE-ABS-KEY (   
"Stock Market Predictions" OR "Stock Market Forecasting" ) ) AND   
PUBYEAR > 2003 AND PUBYEAR < 2026 AND ( LIMIT-TO (   
SRCTYPE   
 , "j" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE   
 , "re" ) )
```

Como resultado, se obtuvo un conjunto de 375 artículos que fueron analizados previamente con la herramienta de visualización de Scopus.

Luego del año 2016, se refleja en la Figura 1 una pendiente creciente de 14 publicaciones por año, siendo el pico más alto el año 2024 con 90 documentos publicados.

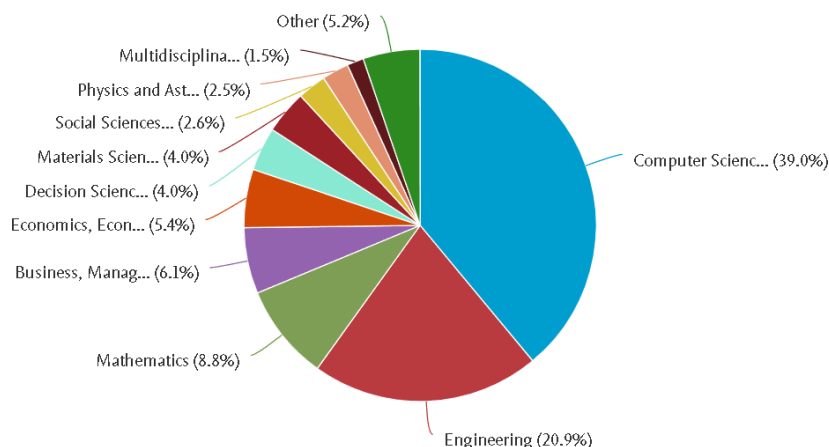
Figura 1. Documentos publicados por año de modelos de inteligencia artificial aplicados a la predicción del mercado de valores



Nota: Tomado del análisis de resultados de búsqueda de la plataforma Scopus. Consulta realizada en septiembre 2024.

Además, en la Figura 2 se muestra que las tres áreas más interesantes para los investigadores, las Ciencias de la Computación, Ingeniería y Matemáticas, consolidando casi el 60% del total de documentos.

Figura 2. Documentos por área temática acerca de modelos de inteligencia artificial aplicados a la predicción del mercado de valores.

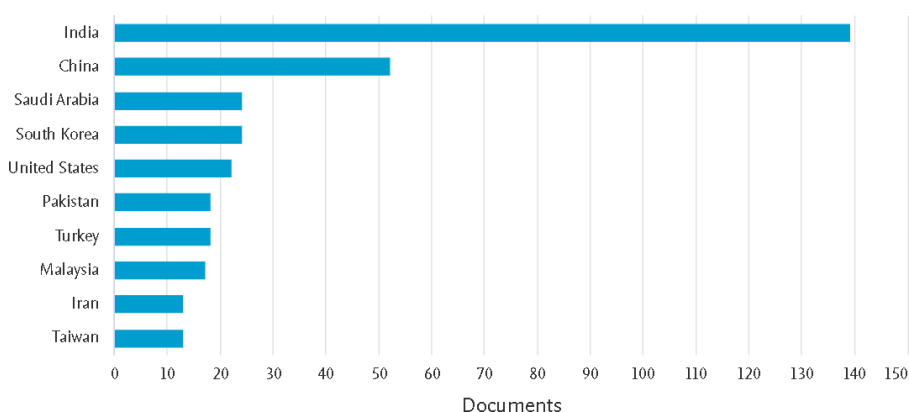


Nota: Tomado del análisis de resultados de búsqueda de la plataforma Scopus. Consulta realizada en septiembre 2024.

Finalmente, se visualiza en la Figura 3 que los países o territorios en donde existe mayor producción científica relevante al tema de estudio es India con 139 documentos y China con 52, luego se encuentran Arabia Saudita, Corea del Sur y Estados Unidos con un promedio de 23 documentos en el periodo de análisis. Conclusión que es soportada por los autores Kumbure et al. (2022), quienes analizaron 138 artículos de revistas publicados entre 2000 y 2019, revelaron que Asia es la región más investigada y en particular Taiwán, China y Corea del Sur. No obstante, los índices y acciones de los EE. UU. fueron los más investigados. Los índices suelen estar compuestos por centenares de variables que se centran en el enfoque de bolsa de palabras de minería de texto, con palabras clave extraídas de varias fuentes incluyendo noticias financieras o datos de tweets.

Figura 3. Cantidad de documentos por país / territorio de modelos de inteligencia artificial aplicados a la predicción del mercado de valores.

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Nota: Tomado del análisis de resultados de búsqueda de la plataforma Scopus. Consulta realizada en septiembre 2024.

En cuanto a los autores y obras más citados, destacan Schumaker y Chen (2009), con su estudio de análisis de representaciones textuales de noticias financieras con el fin de predecir el precio de las acciones. Luego están, Chong et al. (2017) con su evaluación del uso de redes de aprendizaje profundo para la predicción del mercado de valores, mejorando la estimación de la varianza a través de redes predictivas. Así mismo, Hoseinzade y Haratizadeh (2019) con el estudio comparativo sobre la eficacia de los algoritmos tradicionales de referencia con las redes neuronales convolucionales (CNN).

El conjunto de documentos fue depurado, descartando los que no han sido citados; así, se redujo la lista a 82 artículos que fueron utilizados para extraer el estado de arte. Luego, se filtraron solo los documentos que se referían de modelos híbridos de inteligencia artificial para pronósticos, quedando 35 estudios que cumplieron con los requisitos establecidos. Este último conjunto de trabajos fueron la base para conocer los nuevos modelos de IA que han sido abordados en la literatura y que necesidades deben ser abordadas para futuras investigaciones

REVISIÓN DE LITERATURA

La predicción del mercado de valores ha evolucionado notablemente, desde los primeros modelos tradicionales con enfoques estadísticos y econométricos para examinar los movimientos del mercado a partir de datos históricos, bajo la premisa de que las tendencias pasadas pueden predecir futuros comportamientos (Box et al., 2015).

Los más citados en la literatura son los modelos autorregresivos (AR), de media móvil (MA), de media móvil autorregresiva (ARMA) y de media móvil autorregresiva integrada (ARIMA). Ali et al. (2023) concluyeron que a menudo presentan problemas con la naturaleza no lineal y no estacionaria de los datos financieros; necesitando suposiciones sobre distribuciones estadísticas que pueden no ser ciertas y se basan en valores rezagados que pueden no capturar todos los factores influyentes.

Con el avance de la IA, particularmente mediante técnicas de aprendizaje profundo, se ha logrado superar varias limitaciones mediante la captura eficaz de las relaciones no lineales y complejas dentro de los datos de series temporales financieras. De igual manera, los modelos de IA poseen una notable capacidad superior para procesar grandes volúmenes de datos provenientes de varias fuentes, lo que facilita la detección de patrones complejos, mejorando tanto la precisión como la robustez de las predicciones (He, 2017).

En la actualidad, el desarrollo de modelos híbridos que combinan técnicas tradicionales con enfoques de inteligencia artificial ha resultado en herramientas avanzadas y efectivas para superar las limitaciones inherentes a cada enfoque individual. Estos modelos han demostrado su eficacia en la práctica al analizar y prever movimientos en los precios de las acciones (Chandar, 2021).

Modelos con Inteligencia Artificial para la predicción del mercado bursátil

Las limitaciones de los modelos tradicionales, como la sensibilidad al ruido, el sobreajuste y los desafíos a la hora de capturar la dinámica no lineal de los datos financieros (Jiang, 2021; Liu, 2022) son superados por modelos de predicción basados en IA. Entre los modelos de IA se encuentran las ANN, las SVM, las RNN y los Modelos Autoregresivos (ARIMA, GARCH) que utilizan técnicas de estadística matemática para modelar series temporales financieras. Luego, tenemos los modelos de IA avanzados como las redes de memoria a largo plazo (LSTM), las CNN, y los Árboles de Decisión y Modelos de Ensamble (Random Forest, XGBoost).

Todos estos modelos corresponden a técnicas de aprendizaje profundo o *deep learning*, que se derivan del aprendizaje automático o *machine learning*. Geoffrey Hinton (2006) en su conceptualización de esta técnica, lo definió como un modelo computacional compuesto por varias capas de procesamiento afín de aprender representaciones de datos

complejas con múltiples niveles de abstracción. Esta técnica ha sido aplicada en diversos contextos, siendo los autores ampliamente citados He et al. (2015) y LeCun (2015) quienes utilizaron (CNN) en el reconocimiento de imágenes. En el ámbito financiero, los autores más relevantes son Selvin et al. (2017), con su estudio en la identificación de patrones complejos en grandes volúmenes de datos para predecir los precios en el mercado de valores.

La literatura ha demostrado un rápido aumento en el uso de técnicas de aprendizaje profundo, incluso en el periodo de la pandemia COVID. Los modelos más utilizados para el pronóstico del mercado de valores se basaban en las ANN, con su alta capacidad de identificar patrones complejos en los datos; las SVM por su capacidad de procesar volúmenes de datos y extraer sus relaciones no lineales (Kurani et al., 2023; Nti et al., 2020); y la teoría difusa que resuelven la incertidumbre en los datos y la captura de relaciones difusas han tenido mayor atención en la última década (Kumbure et al., 2022). En la misma línea, otros autores concluyeron que las ANN, las CNN y las LSTM han demostrado un rendimiento superior en comparación con los métodos estadísticos tradicionales (Nabipour et al., 2020; Singh & Srivastava, 2017).

A pesar de ser los modelos más utilizados, Jiang (2021) expresó que las CNN presentan su complejidad al conformarse de capas ocultas para la captura de relaciones complejas. Característica que las convierte en "cajas negras" por la dificultad para interpretar sus predicciones. Además, requieren grandes cantidades de datos y recursos computacionales durante el entrenamiento, especialmente en su arquitectura. Mientras que, las SVM son eficientes en espacios de alta dimensión y ofrecen un entrenamiento más rápido; y, aunque presentan dificultades al manejar patrones no lineales complejos proporcionan límites de decisión claros, facilitando la comprensión del proceso de toma de decisiones.

En términos generales, las RNN se destacan por su capacidad para capturar dinámicas temporales a través de conexiones cíclicas. No obstante, enfrentan el problema de perder gradientes o *vanishing gradient*, lo que limita su eficacia en la gestión de dependencias a largo plazo (Hoseinzade & Haratizadeh, 2019; Pang et al., 2020). Esta limitación es superada por las redes LSTM, que incorporan celdas de memoria y puertas de control, permitiendo un ajuste eficiente de la memoria para retener información en el tiempo (Jiang, 2021; Kumbure et al., 2022).

Los autores están de acuerdo en que las LSTM tienen una alta capacidad para predecir los precios del mercado de valores aprovechando los datos históricos y utilizando varias épocas en el tiempo para capturar patrones de manera efectiva y convirtiéndola en el modelo más adecuado

para estas tareas (Jiang, 2021). Sin embargo, los modelos LSTM pueden sufrir de sobreajuste y de mayor complejidad computacional, requiriendo de una selección minuciosa de los hiperparámetros para mitigar estos desafíos (Kumbure et al., 2022).

En comparación con otros modelos de predicción, los autores han encontrado ciertas ventajas de las LSTM como rendimiento superior en la clasificación de tendencias bursátiles y el análisis del mercado financiero, como también una tasa de error significativamente más bajo en comparación con otras formas de aprendizaje profundo como CNN y RNN (Nabipour et al., 2017). Por otro lado, el LSTM demuestra su versatilidad y eficacia en diversas tareas de predicción al integrarse en modelos híbridos con otras técnicas de IA, como GRU, DNN, CNN y SVM (Jiang, 2021). También, se observan desventajas como, tiempo de ejecución promedio por muestra que es cuatro veces superior a las ANN (Nabipour et al., 2020), y son propensas a explotar y perder gradientes durante el entrenamiento (Pang et al., 2020).

En base a lo expuesto, se puede concluir que las redes LSTM han sido mucho más efectivas que otras formas de aprendizaje profundo como CNN y RNN. No obstante, la literatura demanda de mayor investigación con estudios comparativos exhaustivos entre LSTM y RNN en diversas aplicaciones. Pues, al momento se dificulta la selección del modelo más adecuado para tareas específicas (Hoseinzade & Haratizadeh, 2019; Kumbure et al., 2022). Además, existe una necesidad de investigación adicional enfocada en la optimización de las arquitecturas LSTM y en la reducción de su complejidad computacional para mejorar su eficiencia en entornos del mundo real.

En síntesis, los modelos tradicionales de inteligencia artificial presentan limitaciones para capturar patrones complejos y dependencias en los datos bursátiles, impactando en la precisión de las predicciones (Nti et al., 2020; Chopra & Sharma, 2021). Esto, se traduce en la necesidad de mejora continua e innovación en los modelos de previsión en el mercado bursátil, y se recomienda la integración de modelos híbridos que combinen enfoques estadísticos tradicionales con técnicas de IA para mejorar el poder predictivo y superar las limitaciones individuales (Kumbere et al., 2022).

Modelos Híbridos de IA en la predicción del mercado bursátil

La imprevisibilidad del mercado bursátil, provocada por el caos inherente

al sistema y la diversidad de indicadores que lo conforman, ha generado una creciente atención hacia los modelos híbridos. Estos modelos se destacan por su capacidad para combinar las fortalezas de diversas técnicas, lo que mejora significativamente la precisión y robustez de las predicciones en mercados financieros volátiles (Jiang, 2021). En los últimos años, este enfoque ha ganado aceptación debido a la creciente necesidad de abordar la complejidad del mercado bursátil, así como la demanda de métodos de predicción más robustos.

Los modelos híbridos permiten a los analistas capturar de manera más efectiva la diversidad, no linealidad y volatilidad inherentes a los mercados de valores (Ali et al., 2023), lo cual es crucial para una toma de decisiones informada en un entorno financiero altamente dinámico. Estos modelos emergen como una alternativa prometedora para optimizar tanto la exactitud como la solidez en las predicciones bursátiles (Miah et al., 2015). Compuestos por múltiples algoritmos, los modelos híbridos ofrecen un enfoque sinérgico que potencia las capacidades predictivas y mitiga las limitaciones inherentes a los métodos individuales (LeCun et al., 2015; Nabipour et al., 2020), consolidándose como una solución efectiva para mejorar la predicción en mercados financieros complejos.

En la literatura se han presentado diversas propuestas para mejorar la precisión y robustez de las predicciones bursátiles mediante el uso de modelos híbridos. Nabipour et al. (2020) integraron redes neuronales profundas con regresiones lineales escalonadas y suavización exponencial, logrando superar en términos de precisión, estabilidad y rentabilidad a los métodos de aprendizaje automático y modelos estadísticos tradicionales. Asimismo, Chopra y Sharma (2021) recomendaron explorar la eficacia de modelos híbridos, como la Red de Atención Híbrida (HAN), que combina diferentes técnicas de inteligencia artificial para optimizar las previsiones bursátiles.

Asimismo, Zolfaghari y Gholami, (2021) presentaron un nuevo modelo híbrido que integra la transformación adaptativa de ondas (AWT), la memoria a largo plazo (LSTM) y los modelos de la familia ARIMA-GARCH. Además, combina los modelos AWT-LSTM con los modelos HAR (3)

X-RV, logrando así, un rendimiento superior en la predicción de los valores de los índices bursátiles en comparación con los modelos tradicionales. A pesar de ello, los autores sugieren que es necesario seguir investigando para explorar la aplicabilidad del modelo en diferentes mercados, como Europa y Asia, y para investigar la integración de otros modelos de IA, como el aprendizaje por refuerzo profundo (DRL), para mejorar las capacidades de previsión.

Por otro lado, Ali et al. (2023) propusieron la combinación de LSTM con Akima-EMD, una metodología que permite descomponer los datos de precios de acciones en funciones de modo intrínseco (IMF) y analizarlos de manera más efectiva mediante LSTM. La interpolación estriada de Akima-EMD mejoró el manejo de datos ruidosos y superó a otros modelos en precisión de predicción. Además, Miah et al. (2015) desarrollaron un modelo híbrido que utiliza redes neuronales artificiales (ANN) y un sistema de lógica difusa, permitiendo una visualización y resumen eficiente de los datos del mercado de valores para predecir el precio de las acciones en un entorno caracterizado por su imprevisibilidad.

Finalmente, Chandar, 2021 realizó un análisis de nueve modelos híbridos desarrollados para abordar los problemas que enfrentan las ANN como los mínimos locales y la lenta convergencia. Se combinó las ventajas ofrecidas de las ANN y las capacidades de optimización de los algoritmos inspirados en la naturaleza. Estos, fueron validados utilizando datos históricos de varias acciones, y sus rendimientos se evaluaron en función de varias métricas estadísticas como el error cuadrático medio (RMSE), la tasa de aciertos (HR) y la tasa de error (ER). El resultado demuestra que estos modelos híbridos superaron significativamente a los modelos ANN, lo que demuestra sus capacidades predictivas mejoradas.

DISCUSIÓN

A pesar de que existe avance significativo del uso de IA para la predicción del mercado de valores, aún persiste limitaciones en los estudios que exploran modelos híbridos. Una de las propuestas es combinar el aprendizaje profundo, análisis de sentimientos y otras metodologías para crear sistemas más robustos y precisos. Chopra y Sharma (2021) recomendaron integrar diversas técnicas de IA, como el análisis técnico con el procesamiento de lenguaje natural (NLP), para mejorar la capacidad de predicción del mercado bursátil.

Los autores recomiendan mayor exploración sobre la eficacia de los modelos híbridos que combinan diferentes técnicas de inteligencia artificial para la predicción bursátil (Chopra & Sharma, 2021). También, se necesita de mayor investigación sobre los procesos de optimización y ajuste para que los modelos híbridos logren un rendimiento óptimo a la hora de predecir las tendencias del mercado de valores.

Se ha desarrollado y puesto a prueba varias combinaciones de modelos de IA con diferentes algoritmos de optimización (Ali et al., 2023;

Chandar, 2021). Aún así, se requiere de un análisis comparativo del rendimiento de las redes de IA tradicionales como ANN, DT y SVM, en la predicción bursátil (Nti et al., 2020).

Por otro lado, se han incluido indicadores técnicos (Chandar, 2021; Jing & Wang, 2021), de opinión (Oliveira et al., 2017) en la evaluación de los modelos de IA favoreciendo a las predicciones del comportamiento del mercado de valores. El resultado fue una mejora de la precisión en la previsión del modelo; por tanto, se sugiere una exploración más profunda sobre la integración de indicadores técnicos con la opinión de los inversores y del público en redes sociales para aumentar la robustez de las predicciones del mercado bursátil (Oliveira et al., 2017).

Para futuras investigaciones, también se recomienda evaluar el rendimiento de los modelos generativos profundos, como Stock-Net y Adversarial Attentive LSTM, a la hora de predecir los precios de las acciones y compararlos con los enfoques tradicionales de redes de IA (Chopra & Sherman, 2021). Además, existe la demanda de estudios que validen el rendimiento de los modelos con datos bursátiles en tiempo real (Miah et al., 2015).

Otro aspecto según Sharma et al. (2021), es que no se ha explorado suficientemente los beneficios de combinar diferentes fuentes de datos; por ejemplo, precios históricos y análisis de noticias. En tal sentido, recomiendan que futuras investigaciones de modelos de IA híbridos pueden superar estas limitaciones mediante la integración de técnicas de IA que puedan manejar múltiples tipos de datos simultáneamente

La región con mayor interés de investigación que demuestra la literatura es Asia (Kumbure et al., 2022), en donde investigadores y profesionales han aportado significativamente con el avance de modelos híbridos de IA. Lo cual demanda que se atienda otros mercados bursátiles como el europeo y estudiar las diferencias que enriquezcan a los modelos actuales (Zolfaghari & Gholami, 2021)

El campo sigue evolucionando, y las investigaciones en curso se centran en mejorar las arquitecturas de los modelos, incorporar el análisis de opiniones y utilizar métodos de conjuntos para mejorar aún más la precisión de las predicciones. También se está estudiando la integración de varias fuentes de datos, incluidos los indicadores macroeconómicos y de opinión de las redes sociales, para perfeccionar los modelos de previsión (Ali et al., 2023)

CONCLUSIÓN

Luego de la crisis económica mundial por la pandemia COVID, existe una demanda creciente de literatura en modelos híbridos de IA para la predicción bursátil como lo demuestra el incremento sostenido de publicaciones en este campo (Kumbure et al., 2022). Los investigadores hacen hincapié en la necesidad de realizar estudios más exhaustivos que analicen los enfoques de previsión, las variables de entrada y los datos de los modelos de IA (Chopra & Sharma, 2021).

Se identificó varios modelos híbridos que han sido desarrollados para la predicción del mercado de valores. Estos modelos combinan técnicas tradicionales, como ARIMA y GARCH, con enfoques avanzados de inteligencia artificial, incluyendo las DNN, RNN y modelos de atención. Esta integración permite abordar las limitaciones de los modelos tradicionales al capturar patrones complejos y no lineales en los datos financieros.

Las técnicas más comunes en los modelos híbridos de IA incluyen la combinación de redes neuronales como LSTM y CNN, con modelos de series temporales y métodos de aprendizaje por refuerzo. Estas combinaciones han demostrado ser eficaces para procesar grandes volúmenes de datos y mejorar la precisión de las predicciones. Aun así, estos enfrentan ciertos desafíos como su complejidad computacional y el riesgo de sobreajuste en tiempos largos de análisis, lo cual exige de una cuidadosa selección de hiperparámetros.

Los resultados indican que los modelos híbridos han superado a los enfoques tradicionales en términos de precisión predictiva. Pero, persisten desafíos significativos como la necesidad de optimizar las arquitecturas de los modelos, y faltan estudios comparativos exhaustivos que evalúen su efectividad en distintos contextos. La literatura también señala la importancia de seguir investigando en la integración de diversas técnicas para mejorar la robustez y adaptabilidad de los modelos ante las dinámicas cambiantes del mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M., Khan, D. M., Alshanbari, H. M., & El-Bagoury, A. A. A. H. (2023). Prediction of complex stock market data using an improved hybrid emd-lstm model. *Applied Sciences*, 13(3), 1429.
- Ampountolas, A. (2023). Comparative analysis of machine learning,

- hybrid, and deep learning forecasting models: evidence from European financial markets and bitcoins. *Forecasting*, 5(2), 472-486.
- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (5th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Cao, W., Zhu, W., & Demazeau, Y. (2019). Multi-layer coupled hidden Markov model for cross- market behavior analysis and trend forecasting. *IEEE Access*, 7, 158563-158574.
- Chandar, S. K. (2021). Hybrid models for intraday stock price forecasting based on artificial neural networks and metaheuristic algorithms. *Pattern Recognition Letters*, 147, 124-133.
- Chong, E., Han, C., & Park, F. C. (2017). Deep learning networks for stock market analysis and prediction: Methodology, data representations, and case studies. *Expert Systems with Applications*, 83, 187-205.
- Chopra, R., & Sharma, G. D. (2021). Application of artificial intelligence in stock market forecasting: a critique, review, and research agenda. *Journal of risk and financial management*, 14(11), 526.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of forecasting*, 28(1), 57-66.
- Engle, R. (2001). GARCH 101: The use of ARCH/GARCH models in applied econometrics. *Journal of economic perspectives*, 15(4), 157-168.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition.
- In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 770-778).
- Hinton, G. E., Osindero, S., & Teh, Y. W. (2006). A fast learning algorithm for deep belief nets.
- Neural computation*, 18(7), 1527-1554.
- Houad, M. B., Mestari, M., Bentaleb, K., El Mansouri, A., & El Aidouni, S. (2022). A hybrid approach of wavelet transform, convolutional neural networks and gated recurrent units for stock liquidity forecasting. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(9).

- Hsu, C. W., Chang, C. C., & Lin, C. J. (2019). A Practical Guide to Support Vector Classification. *Department of Computer Science, National Taiwan University*.
- Hoseinzade, E., & Haratizadeh, S. (2019). CNNpred: CNN-based stock market prediction using a diverse set of variables. *Expert Systems with Applications*, 129, 273-285.
- Jiang, W. (2021). Applications of deep learning in stock market prediction: recent progress. *Expert Systems with Applications*, 184, 115537.
- Jing, N., Wu, Z., & Wang, H. (2021). A hybrid model integrating deep learning with investor sentiment analysis for stock price prediction. *Expert Systems with Applications*, 178, 115019.
- Kumbure, M. M., Lohrmann, C., Luukka, P., & Porras, J. (2022). Machine learning techniques and data for stock market forecasting: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 197, 116659.
- Kurani, A., Doshi, P., Vakharia, A., & Shah, M. (2023). A comprehensive comparative study of artificial neural network (ANN) and support vector machines (SVM) on stock forecasting. *Annals of Data Science*, 10(1), 183-208.
- Liu, Q., Tao, Z., Tse, Y., & Wang, C. (2022). Stock market prediction with deep learning: The case of China. *Finance Research Letters*, 46, 102209.
- LeCun, Y., Bengio, Y. & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature* **521**, 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Liu, Q., Tao, Z., Tse, Y., & Wang, C. (2022). Stock market prediction with deep learning: The case of China. *Finance Research Letters*, 46, 102209.
- Miah, M. B., Hossain, M. Z., Hossain, M. A., & Islam, M. M. (2015). Price prediction of stock market using hybrid model of artificial intelligence. *International Journal of Computer Applications*, 111(3).
- Nabipour, M., Nayyeri, P., Jabani, H., Mosavi, A., & Salwana, E. (2020). Deep learning for stock market prediction. *Entropy*, 22(8), 840.
- Nti, I. K., Adekoya, A. F., & Weyori, B. A. (2020). A systematic review of fundamental and technical analysis of stock market predictions. *Artificial Intelligence Review*, 53(4), 3007- 3057.
- Oliveira, N., Cortez, P., & Areal, N. (2017). The impact of microblogging

data for stock market prediction: Using Twitter to predict returns, volatility, trading volume and survey sentiment indices. *Expert Systems with applications*, 73, 125-144.

Pang, X., Zhou, Y., Wang, P., Lin, W., & Chang, V. (2020). An innovative neural network approach for stock market prediction. *The Journal of Supercomputing*, 76, 2098-2118.

Sánchez AD, La Cruz De, Del Río RM, García JÁ (2017) Bibliometric analysis of publications on wine tourism in the databases Scopus and WoS. *Eur Res Manag Bus Econ* 23(1):8–15

Selvin, S., Vinayakumar, R., Gopalakrishnan, E. A., Menon, V. K., & Soman, K. P. (2017, September). Stock price prediction using LSTM, RNN and CNN-sliding window model. In *2017 international conference on advances in computing, communications and informatics (icacci)* (pp. 1643-1647). IEEE.

Schumaker, R. P., & Chen, H. (2009). Textual analysis of stock market prediction using breaking financial news: The AZFin text system. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 27(2), 1-19.

Singh, R., & Srivastava, S. (2017). Stock prediction using deep learning. *Multimedia Tools and Applications*, 76, 18569-18584.

Zolfaghari, M., & Gholami, S. (2021). A hybrid approach of adaptive wavelet transform, long short-term memory and ARIMA-GARCH family models for the stock index prediction. *Expert Systems with Applications*, 182, 115149.

CAPÍTULO VII

RESPONSABILIDAD DIGITAL ORGANIZACIÓN: UN MARCO ANÁLITICO PARA SU ESTUDIO

Digital Responsibility Organization: An analytical framework for its study

EDGAR ALFONSO SANSORES GUERRERO¹

YADIRA ZAVALA OSORIO²

JUANA EDITH NAVARRETE MARNEOU³

RESUMEN

El propósito de este estudio es identificar los elementos fundamentales que conforman la Responsabilidad Digital Organizacional (RDO). El tipo de investigación es cualitativa, exploratoria y la estrategia metodológica es el estudio multicaso. Los resultados muestran que la lealtad, el acceso a información, el compromiso de los consumidores, el bienestar, la reciprocidad, el respeto a las normas sociales, la capacitación del personal, el compromiso de la alta dirección, la estrecha relación con la sociedad, la incorporación de tecnología, la reputación, la competitividad, el capital social y el respeto a las normas son los principales factores de RDO. Por consiguiente, se concluye que es necesario adoptar medidas de RDO con

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Correo: easg@azc.uam.mx

² Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Correo: yzo@azc.uam.mx

³ Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México Correo: emarneou@uqroo.edu.mx

el fin de consolidar la conexión con la sociedad. Por último, este documento aporta una conceptualización y una propuesta de un marco analítico para el estudio de la RDO.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Responsabilidad Digital, Ética, Compromiso Social, Reputación.

ABSTRACT

The objective of this study is to identify the fundamental elements that compose Digital Organizational Responsibility (DOR). The research is qualitative and exploratory, and a multi-case study was employed as the methodological strategy. The results demonstrate that the primary factors of DOR are loyalty, access to information, consumer engagement, well-being, reciprocity, respect for social norms, staff training, commitment of top management, close relationship with society, incorporation of technology, reputation, competitiveness, social capital, and respect for norms. It can thus be concluded that the adoption of DOR measures is necessary to consolidate the connection with society. Finally, this paper provides a conceptualization and a proposal for an analytical framework for the study of DOR.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Responsibility, Ethics, Social Commitment, Reputation.

INTRODUCCIÓN

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en actividades críticas de gestión ha potenciado significativamente la eficiencia y eficacia dentro de las organizaciones. En particular, las herramientas basadas en aprendizaje profundo (Deep Learning) han permitido el desarrollo de sistemas capaces de procesar enormes cantidades de información no estructurada (Big Data), utilizando redes neuronales artificiales. Estos sistemas poseen una capacidad de aprendizaje continuo, lo que mejora considerablemente la previsión y el análisis del comportamiento del consumidor en el futuro.

De manera similar, los modelos de procesamiento de lenguaje natural (PLN), empleados para el reconocimiento y comprensión de voz y texto, han reducido los tiempos de respuesta hacia las partes interesadas, optimizando la comunicación. Por otro lado, los sistemas de aprendizaje automático (Machine Learning) han enriquecido los procesos de toma de

decisiones debido a su capacidad de mejora continua a través de su experiencia acumulada.

A pesar de los grandes beneficios que estas herramientas digitales aportan en términos de eficiencia, automatización y mejora de procesos, persiste una creciente preocupación en torno a su impacto en la sociedad. Estas inquietudes se centran en cómo su implementación a gran escala podría influir negativamente en diversos aspectos de la vida cotidiana, desde el empleo y la privacidad, hasta la equidad y la justicia social. (Attard-Frost *et al.*, 2023; Baker-Brunnbauer, 2021; Piñeiro-Martín *et al.*, 2023).

Como consecuencia, la adopción de la IA plantea una serie de dilemas éticos que deben ser abordados con el fin de evitar la manipulación y el uso indebido de estas herramientas (Loureiro, *et al.*, 2021; Wirtz *et al.*, 2023; Kuntz *et al.*, 2024). Por ejemplo, las tecnologías digitales que apoyan la toma de decisiones o deciden de manera autónoma deben sujetarse a normas sociales y morales, así como a consideraciones éticas similares a las que se aplican a los seres humanos.

Partiendo de la premisa que el comportamiento humano (individual y colectivo) se rige por un marco normativo y ético, entonces cualquiera creación, operación y mejora de la tecnología digital orientada al manejo de datos privados debe regirse de la misma forma y observarse su comportamiento. Con esto, se asume un compromiso de las organizaciones de garantizar el diseño y uso ético de este tipo de tecnologías, así como el adecuado manejo de la información recopilada en la interacción con sus partes interesadas.

En este contexto, resulta fundamental que las empresas desarrollen e implementen un conjunto de valores éticos y normas sociales que guían sus actividades con respecto al uso de la tecnología y la gestión de la información obtenida de las partes interesadas, es decir, que se conduzcan bajo los principios de la Responsabilidad Digital Organizacional (RDO).

Por lo anterior expuesto, este trabajo de investigación tiene por objetivo identificar los principales factores que integran la RDO a partir de un estudio multicaso de tres empresas establecidas en el Estado de Quintana Roo, México. Siendo las principales aportaciones de este documento: a) la conceptualización, basada en los principios éticos, de la RDO en el contexto digital latinoamericano; b) la propuesta de un marco analítico para el estudio de la RDO; y c) la diferenciación entre la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y la RDO.

Cabe mencionar que existen en América Latina, relativamente, escasas investigaciones que aporten elementos teórico-metodológicos y

prácticos para orientar a las organizaciones sobre cómo enfrentar los dilemas éticos relacionado con la digitalización de lo físico (Loureiro, *et. al*, 2021; Wirtz *et al.*, 2023; Kuntz *et al.*, 2024).

A este respecto, una revisión de la literatura especializada en el tema revela la existencia de estudios orientados a analizar las preocupaciones sobre la privacidad de los consumidores (Gupta y Jain, 2023; Huang y Rust, 2022; Elliott *et al.*, 2021), efectos de la interacción IA-sociedad (Floridi y Cowls, 2022; Farina *et al.*, 2024; Dennehy *et al.*, 2021), e implicaciones éticas del uso de algoritmos (Martin, 2019; Osasona *et al.*, 2024; Tarafdar, 2020).

Aunque estos estudios, retoman las ideas centrales de Mason (1986), considerado como el precursor de la RDO, carecen de propuestas concretas sobre códigos y normas específicas que podrían aplicarse en las organizaciones. Por otra parte, desde diversas disciplinas (Derecho, Filosofía, Sociología, Antropología, Informática) se han aportado elementos teórico-metodológicos que pudieran aplicarse al ámbito empresarial (ver **Tabla 1**).

Tabla 1. Diversos enfoques en el análisis de la RDO.

Temática	Descripción	Autores
Ética	Modelos y enfoques para el diseño moral o responsable de la innovación digital.	(Peters <i>et al.</i> , 2020; Ashok, 2022; Felzmann <i>et al.</i> , 2020).
Derecho	Regulación gubernamental de la privacidad y las leyes de protección de datos del consumidor.	(Hartzog y Richards, 2020 Richard y Hartzog, 2020; Solove y Schwartz, 2020).
Informática	Normas éticas específicas para los sistemas autónomos.	(Porter <i>et al.</i> , 2024; Nallur, 2020; Geisslinger <i>et al.</i> , 2021)

Nota: La tabla presenta discusiones aisladas aún no han producido una conceptualización específica de la RDO en un ámbito empresarial.

Por lo anterior, el papel multidimensional y la diversidad en la naturaleza de la RDO exige cambios en las empresas, incluyendo reestructuración organizativa, capacitación y desarrollo de empleados, y la implementación de nuevos procesos como: gestión de datos, comunicación asertiva y revisión de la normatividad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para comprender los principales factores que integran la RDO, se estableció como estrategia metodológica el estudio multicaso que involucra a tres empresas establecidas en el Estado de Quintana Roo. El tipo de investigación es cualitativa exploratoria (Halkias *et al.*, 2022; Ćwiklicki, y Pilch, 2021; Hunziker y Blankenagel, 2024). Dicho diseño resulta particularmente apropiado para el propósito del trabajo de investigación debido a que el tema de la RDO en América Latina es emergente y se cuenta con escasos estudios en este contexto.

Este enfoque se encuentra alineado con investigaciones anteriores que identificaron diseños de investigación cualitativos como adecuados para estudiar a la RDO (Urbani *et al.*, 2020; Esposito y Ricci, 2021, Wynn y Jones, 2023).

Para analizar la información, se aplicó un proceso de dos etapas. En la primera, se examinaron los casos en forma individual, por lo que se recopiló la información mediante entrevistas semiestructuradas a los propietarios de las empresas y se realizó un análisis documental. Adicionalmente, se examinaron las diferentes plataformas digitales con las cuales las empresas se comunican con sus clientes. Luego, se generaron líneas de tiempo cronológicamente estructuradas de cada una de las empresas con toda la información relevante sobre la implementación de medidas consideradas como de RDO.

En la segunda etapa, se ejecutó un análisis cruzado de casos. Dicha revisión permitió identificar y comprender cómo se asociaban los elementos de la RDO con las prácticas llevadas a cabo por cada una de las empresas. Para el análisis de la información se empleó el software MAXQDA.

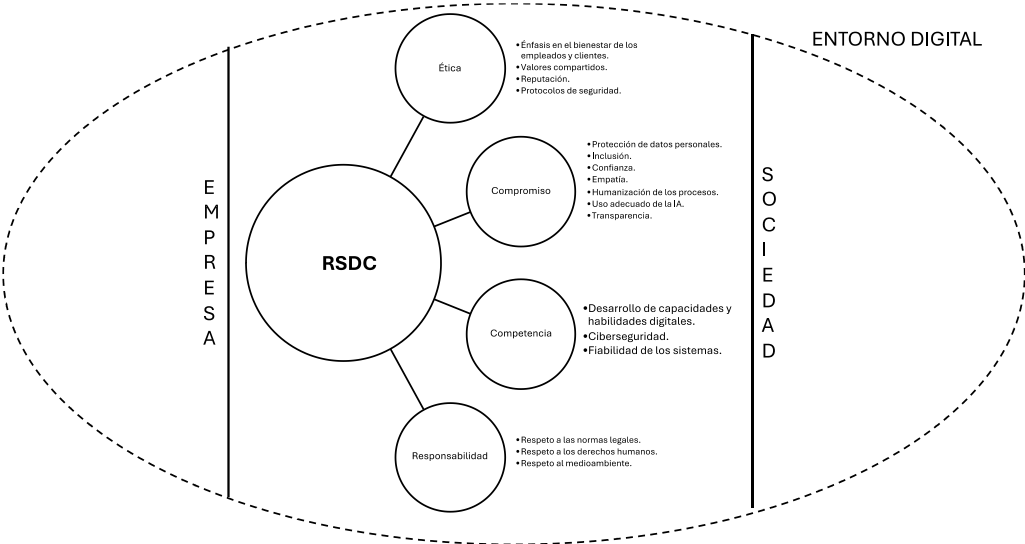
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres empresas afirman que el uso de la IA en su proceso de comercialización, en específico chatbot y modelos de lenguaje de gran tamaño, les ha permitido generar ventajas competitivas ya que les permite mantener un contacto permanente con sus clientes, controlar el flujo de información y mejorar la experiencia del usuario. De hecho, una de las empresas decidió realizar su transformación digital por lo que ahora se encuentra únicamente de forma virtual.

Además, dichas empresas mencionaron que han implementado una serie de principios que orientan su actuar en los diversos canales digitales en los que se encuentran: privacidad y seguridad de los datos; equidad e inclusión; empatía; responsabilidad; seguridad; objetividad; asertividad; competencia; fiabilidad; confianza; y altos niveles de control en las interacciones con sus clientes. Esto implicó la capacitación de los empleados y propietarios en el manejo de canales digitales, el registro de su marca, el desarrollo de estrategias de comunicación efectiva, la ejecución de las actividades relacionadas con el análisis de la información de los clientes y la participación en foros sobre la ética digital.

Por lo que respecta a las acciones de RDO promovidas por las empresas, se identifican como factores o elementos: la búsqueda de la lealtad de los clientes, el acceso a la información, el compromiso de los consumidores con los valores de la empresa, el bienestar de los empleados, la reciprocidad con los proveedores, el respeto a las normas sociales, la adopción de la tecnología, la capacitación del personal, el compromiso de la alta dirección, la estrecha relación con la sociedad, la incorporación programada de IA en las actividades, la reputación, la competitividad, la creación de capital social y el respeto a la ley de protección de datos (ver **Figura 1**).

Figura 1. Factores que integran la RDO de las empresas estudiadas.



Nota: La figura muestra la interacción de los cuatro factores (ética, compromiso, competencia y responsabilidad) que sustentan la RDO en cada una de las empresas estudiadas.

A pesar de que las empresas no cuentan con estructuras de gobernanza para la seguridad de la información, debido a que son pequeñas empresas, se encuentra formulando su política de manejo de la información conforme a lo establecido en la ley de protección de datos mexicana. Además, realizan revisiones periódicas de sus canales digitales, plataformas y dispositivos móviles para identificar movimientos sospechosos o violaciones a la ciberseguridad. Al mismo tiempo, se ha compartido con sus proveedores y clientes la necesidad de compartir información de acuerdo con las leyes y las normas de privacidad y seguridad; así como notificar sobre cualquier incidente en el que sus sistemas de información se encuentren comprometidos.

CONCLUSIÓN

En este documento se han identificado, mediante un estudio multicaso, algunos factores que distinguen a la RDO y cómo las empresas dentro de sus estrategias han considerado el desarrollo de actividades de RDO. Esto aunado, a la revisión de la literatura especializada en el tema permitió la construcción de un marco analítico para abordar el estudio de la RDO, tanto para académicos como para profesionales, que les permitirá comprender sus aspectos esenciales y formular normas y políticas de responsabilidad digital.

Para finalizar, se tiene una serie de limitaciones. Principalmente, se basa en tres estudios de casos pequeñas empresas locales. Por tanto, la extrapolación de los hallazgos debe realizarse con cautela ya que no aplica para todas las empresas. Este trabajo pretende contribuir a la discusión de la RSDE en América Latina y aportar elementos para el robustecimiento de un cuerpo teórico que permitan profundizar en la temática. Por consiguiente, se visualizan como futuras líneas de investigación la conceptualización de la RDO, el análisis de la naturaleza de la responsabilidad digital y el impacto de la RDO en empresas tecnológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashok, M., Madan, R., Joha, A., & Sivarajah, U. (2022). Ethical framework for Artificial Intelligence and Digital technologies. *International Journal of Information Management*, 62, 102433. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102433>.
- Attard-Frost, B., De los Ríos, A., & Walters, D. R. (2023). The ethics of AI business practices: a review of 47 AI ethics guidelines. *AI and Ethics*, 3(2), 389-406. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00156-6>.
- Baker-Brunnbauer, J. (2021). Management perspective of ethics in artificial intelligence. *AI and Ethics*, 1(2), 173-181. <https://doi.org/10.1007/s43681-020-00022-3>.
- Dennehy, D., Griva, A., Pouloudi, N., Dwivedi, Y. K., Pappas, I., & Mäntymäki, M. (2021). *Responsible AI and analytics for an ethical and inclusive digitized society*. Springer Publishing Company.
- Ćwiklicki, M., & Pilch, K. (2021). Multiple case study design: the example of place marketing research. *Place Branding and Public Diplomacy*, 17, 50-62. <https://doi.org/10.1057/s41254-020-00159-2>.
- Elliott, K., Price, R., Shaw, P., Spiliotopoulos, T., Ng, M., Coopamootoo, K., & Van Moorsel, A. (2021). Towards an equitable digital society: artificial intelligence (AI) and corporate digital responsibility (CDR). *Society*, 58(3), 179-188. <https://doi.org/10.1007/s12115-021-00594-8>.
- Esposito, P., & Ricci, P. (2021). Cultural organizations, digital Corporate Social Responsibility and stakeholder engagement in virtual museums: a multiple case study. How digitization is influencing the attitude toward CSR. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 28(2), 953-964. <https://doi.org/10.1002/csr.2074>.
- Farina, M., Zhdanov, P., Karimov, A., & Lavazza, A. (2024). AI and society: a virtue ethics approach. *AI & SOCIETY*, 39(3), 1127-1140. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01545-5>.
- Felzmann, H., Fosch-Villaronga, E., Lutz, C., & Tamò-Larrieux, A. (2020). Towards transparency by design for artificial intelligence. *Science and engineering ethics*, 26(6), 3333-3361. <https://doi.org/10.1007/s11948-020-00276-4>.
- Floridi, L., & Cowls, J. (2022). A unified framework of five principles for AI in society. Machine learning and the city. *Applications in*

architecture and urban design, 535-545.
<https://doi.org/10.1002/9781119815075.ch45>.

- Geisslinger, M., Poszler, F., Betz, J., Lütge, C., & Lienkamp, M. (2021). Autonomous driving ethics: From trolley problem to ethics of risk. *Philosophy & Technology*, 34(4), 1033-1055. <https://doi.org/10.1007/s13347-021-00449-4>.
- Gupta, D. G., & Jain, V. (2023). *Use of artificial intelligence with ethics and privacy for personalized customer services*. In *Artificial Intelligence in customer service: The next frontier for personalized engagement* (pp. 231-257). Cham: Springer International Publishing.
- Halkias, D., Neubert, M., Thurman, P. W., & Harkiolakis, N. (2022). *The multiple case study design: Methodology and application for management education*. Routledge.
- Hartzog, W., & Richards, N. (2020). Privacy's constitutional moment and the limits of data protection. *BCL Rev.*, 61, 1687. <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/bclr61&div=44&id=&page=>
- Huang, M. H., & Rust, R. T. (2022). AI as customer. *Journal of Service Management*, 33(2), 210-220. <https://doi.org/10.1108/JOSM-11-2021-0425>.
- Hunziker, S., & Blankenagel, M. (2024). *Multiple case research design*. In *Research Design in Business and Management: A Practical Guide for Students and Researchers* (pp. 171-186). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Kunz, W., Wirtz, J., Hartley, N., & Tarbit, J. (2024). *The Importance of Corporate Digital Responsibility in a Digital Service World*. In *The Impact of Digitalization on Current Marketing Strategies* (pp. 183-193). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-83753-686-320241011>.
- Loureiro, S. M. C., Guerreiro, J., & Tussyadiah, I. (2021). Artificial intelligence in business: State of the art and future research agenda. *Journal of business research*, 129, 911-926. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.001>
- Martin, K. (2019). Ethical implications and accountability of algorithms. *Journal of business ethics*, 160(4), 835-850. <https://doi.org/10.1007/s10551-018-3921-3>.

- Nallur, V. (2020). Landscape of machine implemented ethics. *Science and engineering ethics*, 26(5), 2381-2399. <https://doi.org/10.1007/s11948-020-00236-y>.
- Osasona, F., Amoo, O. O., Atadoga, A., Abrahams, T. O., Farayola, O. A., & Ayinla, B. S. (2024). Reviewing the ethical implications of AI in decision making processes. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(2), 322-335. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i2.773>.
- Peters, D., Vold, K., Robinson, D., & Calvo, R. A. (2020). Responsible AI—two frameworks for ethical design practice. *IEEE Transactions on Technology and Society*, 1(1), 34-47. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9001063>.
- Piñeiro-Martín, A., García-Mateo, C., Docío-Fernández, L., & Lopez-Perez, M. D. C. (2023). Ethical challenges in the development of virtual assistants powered by large language models. *Electronics*, 12(14), 3170. <https://doi.org/10.3390/electronics12143170>.
- Porter, Z., Habli, I., McDermid, J., & Kaas, M. (2024). A principles-based ethics assurance argument pattern for AI and autonomous systems. *AI and Ethics*, 4(2), 593-616. <https://doi.org/10.1007/s43681-023-00297-2>.
- Richards, N. M., & Hartzog, W. (2020). Privacy's Constitutional Moment and the Limits of Data Protection. *Boston College Law Review*, 61(5), 1687.
- Solove, D. J., & Schwartz, P. M. (2020). Information privacy law. Aspen Publishing.
- Tarafdar, M., Teodorescu, M., Tanriverdi, H., Robert, L., & Morse, L. (2020). Seeking ethical use of AI algorithms. *Challenges and mitigations*. <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/162590>.
- Urbinati, A., Chiaroni, D., Chiesa, V., & Frattini, F. (2020). The role of digital technologies in open innovation processes: an exploratory multiple case study analysis. *R&d Management*, 50(1), 136-160. <https://doi.org/10.1111/radm.12313>.
- Wirtz, J., Kunz, W. H., Hartley, N., & Tarbit, J. (2023). Corporate digital responsibility in service firms and their ecosystems. *Journal of Service Research*, 26(2), 173-190. <https://doi.org/10.1177/10946705221130467>.

Wynn, M., & Jones, P. (2023). Corporate responsibility in the digital era. *Information*, 14(6), 324. <https://doi.org/10.3390/info14060324>.

CAPÍTULO VIII

LA BÚSQUEDA DE UN MARCO GLOBAL PARA LA IA: UN MAPA DE ARREGLOS, INICIATIVAS Y DESAFÍOS

The quest for a global framework for AI: A map of arrangements, initiatives and challenges

AYLIN TORRES RAMÍREZ¹
ALFREDO GARIBAY SUÁREZ²

RESUMEN

La investigación sobre la regulación global de la IA es imperativa. El objetivo de este artículo fue mapear y mostrar los arreglos, iniciativas y enfoques generales en el estudio de la gobernanza global en materia de Inteligencia Artificial. A través de una metodología cualitativa, se aplicó una revisión sistematizada sobre la temática en el portal de investigación Web of Science, Scopus, y de documentos internacionales relevantes sobre la regulación de la IA. Organizaciones internacionales de alcance internacional como lo es la UNESCO han tomado un papel importante en el desarrollo de iniciativas relacionadas con la gobernanza de la IA, pero hasta la fecha, ninguna institución ha asumido el papel como el organismo regulador central a nivel global. Es difícil alcanzar un acuerdo global sobre los principios éticos y el marco regulatorio para la IA, debido a las diferencias culturales y políticas entre los países. No obstante, los principios éticos y los marcos regulatorios deben ser claros, transparentes

¹ Universidad Autónoma Metropolitana, México. Correo: tor.ram.a12@gmail.com

² Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Correo: garibay@azc.uam.mx

y en constante evolución para adaptarse al rápido progreso de la IA. La transparencia, la rendición de cuentas, la inclusión y participación, así como la equidad son valores éticos fundamentales en el contexto de la gobernanza de la IA. Este documento ofrece una oportunidad para entender de qué manera los actores y las consideraciones políticas influyen en las condiciones en las que se pueden desarrollar y utilizar las aplicaciones de la inteligencia artificial.

Palabras clave: iniciativas globales, gobernanza, arreglos regulatorios, inteligencia artificial.

ABSTRACT

Research on global AI regulation is imperative. The aim of this article was to map and showcase the general arrangements, initiatives, and approaches in the study of global governance in Artificial Intelligence. Through a qualitative methodology, a systematic review on the topic was applied in the research portal Web of Science, Scopus, and relevant international documents on AI regulation. International organizations of international scope such as UNESCO have taken an important role in developing initiatives related to AI governance, but to date, no institution has assumed the role of a central regulatory body at a global level. It is difficult to reach a global agreement on ethical principles and regulatory framework for AI, due to cultural and political differences between countries. However, ethical principles and regulatory frameworks must be clear, transparent, and constantly evolving to adapt to the rapid progress of AI. Transparency, accountability, inclusion and participation, and equity are fundamental ethical values in the context of AI governance. This paper provides an opportunity to understand how actors and political considerations influence the conditions under which AI applications can be developed and used.

Keywords: global initiatives, governance, regulatory arrangements, artificial intelligence.

INTRODUCCIÓN

En últimos los años, la inteligencia artificial (en adelante IA) ha ejercido un notable impacto en diversas áreas; se han ofrecido múltiples definiciones y conceptualizaciones de sus distintos tipos. Por ejemplo, desde el contexto de la inteligencia matemático-lógico, se define como la capacidad de un sistema para reconocer patrones cuantificables a través de la observación de acciones para lograr objetivos complejos en entornos complejos (Goertzel & Yu 2014). Otras más abstractas la definen como “la capacidad de un sistema de procesamiento de información para adaptarse a su entorno” (Wang, 2022). Tomando en consideración los enfoques de disciplinas como la psicología y la informática, Gignat & Szodorai (2024) definen a la IA como la capacidad máxima de un sistema artificial para lograr con éxito una tarea estandarizada o un objetivo novedoso, a través de algoritmos computacionales.

Quizá más comúnmente la inteligencia artificial se define como la capacidad de las máquinas para llevar a cabo actividades que habitualmente demandan inteligencia humana (Shoser, 2023). Implica una mezcla entre la inteligencia de las personas y la potencia informática de los ordenadores, es decir, se convierte en una forma de tecnología que emula la inteligencia humana (Nordgren, 2022). Su importancia radica en que se encuentran embebidos en casi todos los desarrollos de software que utilizamos hoy día.

Es un hecho que la inteligencia artificial ha experimentado una expansión exponencial, permeando diversos sectores y campos de actividad. Desde la biomedicina hasta los juegos de estrategia, pasando por la robótica industrial, las figuras virtuales en cine y animación, la investigación facial, la robótica asistencial en rehabilitación y salud, y el análisis predictivo en publicidad, la IA ha modificado radicalmente nuestra manera de vivir y de interactuar con el entorno.

Sin embargo, la generalización de la IA plantea nuevos desafíos (Saghiri et al., 2022), como la seguridad (Hanif, Khalid, Putra, Rehman, Shafique, 2018), la protección de datos (Varshney, 2016), la equidad (Bellamy, 2019), la robustez (Strubell, 2019) y el consumo energético (Smuha, 2019). Estas aplicaciones impactan directamente en la percepción de la realidad, la incentivación de comportamientos sociales y la generación de dilemas éticos.

Surge la necesidad de establecer un equilibrio entre el desarrollo de la IA y su impacto social, compartir los riesgos entre la ciudadanía, el sector privado y los organismos reguladores, y fomentar la confianza en

el sector regulado. Este equilibrio exige un diálogo constante, una colaboración activa entre los diferentes actores y la construcción de un marco normativo que garantice el uso responsable y ético de la IA.

Así, la inteligencia artificial representa una revolución tecnológica capaz de modificar profundamente la sociedad humana (Tallberg et al., 2023). Por su capacidad transformadora, la IA está siendo objeto de un creciente número de iniciativas regulatorias a nivel mundial, donde Estados, organizaciones internacionales y la propia academia la perciben como un área de relevancia estratégica, competencia económica y administración de riesgos.

Los trabajos empiezan a aparecer por parte de los actores Estatales y no estatales para delinear reglas y normas globales para aprovechar y difundir los beneficios de la IA, mientras limitan sus consecuencias negativas. No obstante, actualmente, existe poco conocimiento sistemático sobre la naturaleza de la regulación global de la IA y la medida en que los acuerdos emergentes pueden manejar sus consecuencias de manera justa y democrática (Schmitt, 2021; Tallberg et al., 2023).

El propósito de este artículo es mapear y mostrar los arreglos, iniciativas y enfoques generales en el estudio de la gobernanza global en materia de IA. Por gobernanza global, se refiere a los procesos regulatorios, más allá que sean solamente del actor Estado-nación, a nivel global o regional. ¿Cómo y quién están trabajando sobre los nuevos acuerdos regulatorios a nivel mundial? ¿Cuáles son las características principales de este panorama regulatorio emergente?

Autores como Dafoe (2018) y Büthe, Djeflal, Lütge, Maasen & Ingersleben-Seip (2022) exhortan sobre la importancia, pero, sobre todo, la necesidad de la investigación sobre la gobernanza global de la IA, más específicamente, sobre los acuerdos concretados, sus características, complementariedades y ausencias, así como revelar las figuras principales que se encuentran trabajando sobre esta agenda.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolla desde un enfoque meramente cualitativo. Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura científica y de los documentos internacionales relevantes sobre la regulación de la IA.

Para la revisión sistemática, se consultó el portal de investigación Web of Science y Scopus, filtrando las siguientes palabras clave: "inteligencia artificial", "regulación", "iniciativas globales", "normas", "principios", "directrices". Se obtuvo como resultado final un total de 480 documentos, donde se integran artículos, *proceeding papers*, *review articles*, seleccionando en primera instancia, los más citados para su revisión y análisis.

Se han analizado documentos de organismos internacionales como la UNESCO, la OCDE, el Consejo de Europa, la Comisión Europea, entre otros, así como declaraciones de organizaciones no gubernamentales (ONG) y foros de expertos. Con ello, se realizó un análisis temático de los documentos, identificando las principales preocupaciones, actores, propuestas, años y enfoques en materia de regulación de la IA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IA: un reto para la gobernanza global

Las iniciativas regulatorias globales en materia de IA se están volviendo más comunes como resultado de su aplicación e implementación en una amplia variedad de áreas en la vida cotidiana y en la economía en general.

Sin embargo, la IA presenta un desafío de gobernanza debido a sus efectos sobre la competitividad económica, la seguridad militar y la integridad personal, con consecuencias para los estados y las sociedades (Tallberg et al., 2023). Por ejemplo, la opacidad inherente de la toma de decisiones de la IA desafía las expectativas sobre la transparencia y la rendición de cuentas en la toma de decisiones públicas (Erman & Furendal, 2022); o la automatización implica cambios en los mercados laborales que son dolorosos para ciertas partes de la población (Acemoglu & Restrepo, 2020).

El Observatorio de Políticas de la OCDE para el año 2021, ha registrado más de 700 iniciativas de políticas nacionales de IA en 60 países y territorios (OCDE, 2021). En el 2020, según un inventario en curso de iniciativas regulatorias de IA por parte del Consejo de Europa, las organizaciones internacionales superaron a las autoridades nacionales como la fuente principal en materia de iniciativas: mientras que las autoridades nacionales lanzaron 170 propuestas en el periodo de 2015 a 2022, las organizaciones internacionales impulsaron 210 iniciativas en el mismo periodo (Consejo de Europa, 2023).

Ejemplo de estas iniciativas incluye a los Principios de la OCDE sobre Inteligencia Artificial adoptados inicialmente en 2019 y actualizados en 2024, la Recomendación sobre ética de la inteligencia artificial de la UNESCO lanzada en 2021, y más reciente, la Ley de IA en la Unión Europea. Además, varias iniciativas de gobernanza emanan del sector privado, la sociedad civil y las asociaciones de múltiples partes interesadas. A continuación, se proporcionará una caracterización más detallada de estas iniciativas regulatorias globales.

Principales Iniciativas Globales en IA: Agencias de las Naciones Unidas y otros organismos

Las Agencias de las Naciones Unidas (ONU) juegan un papel crucial en el desarrollo y la regulación de la inteligencia artificial (IA), reconociendo su potencial para el desarrollo humano, pero también sus riesgos para la sociedad. Estas agencias han liderado iniciativas globales para abordar los desafíos éticos, sociales y políticos de la IA, buscando un futuro inclusivo y sostenible.

La **Tabla 1** presenta las principales iniciativas y arreglos regulatorios que se han elaborado en materia de IA, así como los organismos que las promueven.

Tabla 1. Mapeo de iniciativas globales en materia de IA.

Organismo	Iniciativa	Descripción	Año de publicación
UNESCO	<i>Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial</i>	El primer instrumento internacional normativo sobre la ética de la IA, que busca guiar a los Estados miembros en la formulación de políticas y marcos regulatorios para el desarrollo y la aplicación responsable de la IA.	UNESCO (2021)
UNESCO	<i>Programa "IA para el desarrollo"</i>	Promueve el uso responsable de la IA para el desarrollo sostenible, con un enfoque especial en África y en los países menos desarrollados	UNESCO (2019)
UNESCO	<i>Marco de competencias en</i>	El marco de competencias en IA para estudiantes busca	UNESCO (2024)

	<i>IA para estudiantes y docentes</i>	guiar a los responsables de políticas, educadores y diseñadores de planes de estudio en la formación de los estudiantes, proporcionándoles las habilidades, conocimientos y valores esenciales para interactuar de manera efectiva con la inteligencia artificial. El marco de competencias en IA para docentes se enfoca en el crecimiento profesional continuo de los docentes y ofrece una guía para el desarrollo de habilidades y los programas de capacitación a nivel nacional.	
OECD	<i>Principios de la IA</i>	Orientan a los participantes en el ámbito de la inteligencia artificial en sus intentos de crear una IA fiable y ofrecen a los encargados de la formulación de políticas sugerencias para la implementación de políticas de IA eficaces.	OECD (2019)
Organización Internacional del Trabajo (OIT)	<i>Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work</i>	Aborda el impacto de la IA en el mercado laboral, analizando las oportunidades y los desafíos que plantea para los trabajadores y los empleadores.	OIT (2024)
Organización Internacional del Trabajo (OIT)	<i>La Inteligencia Artificial generativa y el empleo: Políticas para gestionar la transición</i>	Propuestas para fomentar el diálogo social entre gobiernos, trabajadores y empleadores sobre el impacto de la IA en el trabajo, buscando un futuro laboral más justo y equitativo.	OIT (2023)
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	<i>IA generativa para el desarrollo sostenible</i>	Promueve el uso de la IA para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), impulsando proyectos y programas para el desarrollo humano en áreas como la salud, la educación, la agricultura y la protección del medio ambiente.	PNDU (2024)

Derechos Digitales	<i>Reflexiones feministas para el desarrollo de Inteligencia Artificial</i>	Busca entender de qué manera las prácticas feministas pueden establecer los cimientos para la creación de una inteligencia artificial que sea inclusiva y que promueva la justicia social.	Derechos digitales (2022)
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)	<i>Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA)</i>	Proporciona información tanto cuantitativa como cualitativa acerca del progreso de la Inteligencia Artificial en 19 naciones de América Latina y el Caribe, facilitando la identificación de logros, deficiencias y oportunidades para fomentar un ecosistema de IA que sea ético y sostenible.	ILIA (2024)
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)	<i>Observatorio de Desarrollo Digital</i>	Busca entender y fomentar la transformación digital en nuestra región, generando indicadores e información que optimicen la elaboración de políticas fundamentadas en evidencia en el ámbito de la transformación digital, con el fin de promover un desarrollo más productivo, inclusivo y sostenible en nuestros países.	CEPAL (2023)
Organización Mundial de la Salud (OMS)	<i>Global strategy on digital health 2020-2025</i>	Fomenta vidas saludables y el bienestar de todas las personas, en cualquier lugar y a todas las edades. Para alcanzar su máximo potencial, las iniciativas de Salud Digital a nivel nacional o regional deben estar respaldadas por una Estrategia sólida que integre recursos financieros, organizativos, humanos y tecnológicos.	OMS (2021a)
Organización Mundial de la Salud (OMS)	<i>Ethics and governance of artificial intelligence for health</i>	Desarrolla directrices éticas para el uso de la IA en la salud, garantizando que su aplicación se realice de forma justa, equitativa y responsable.	OMS (2021b)

Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)	<i>United Nations Activities on Artificial Intelligence (AI) 2023</i>	Destaca la importancia de la colaboración internacional para abordar los desafíos éticos y sociales que plantea la IA, y para asegurar que la tecnología se utilice para el bien común y el beneficio de la humanidad.	ITU (2023)
Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)	<i>Grupo de Trabajo Interinstitucional de las Naciones Unidas sobre IA (ITU-AI Task Force)</i>	Coordina y facilita la colaboración entre las diferentes agencias y entidades de la ONU en el campo de la IA, promoviendo el uso responsable y ético de la IA para el desarrollo sostenible y el bien común e identificar las oportunidades y los desafíos que presenta la IA para la implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.	CEB (2020)
Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU)	<i>Frontier technologies to protect the environment and tackle climate change</i>	Analiza cómo estas tecnologías pueden ser utilizadas para mejorar la eficiencia energética, optimizar la gestión de los recursos naturales, monitorizar el medio ambiente y promover soluciones sostenibles.	ITU (2020)
Consejo Europeo	<i>Pacto Verde Europeo</i>	Analiza el potencial de la inteligencia artificial en la reducción del cambio climático, al tiempo que reconoce los riesgos asociados, como el aumento en el consumo de energía y recursos.	Consejo Europeo (2019)
Comisión Europea	<i>Ley de Inteligencia Artificial</i>	Busca regular el desarrollo y la utilización de la inteligencia artificial en la Unión Europea. El objetivo principal de la ley es garantizar un desarrollo y una aplicación de la IA ética y responsable, protegiendo los derechos fundamentales de los ciudadanos y fomentando la confianza en la tecnología.	Comisión Europea (2024)

Comisión Europea	<i>Directrices éticas sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) y los datos en la educación y formación para los educadores</i>	Presenta reflexiones y los requisitos de índole ética, destacando las competencias emergentes y los conceptos o técnicas fundamentales en el ámbito educativo.	Unión Europea (2022)
Comisión Europea	<i>Libro Blanco sobre la Inteligencia Artificial</i>	Busca guiar la creación de un ecosistema de IA confiado y ético basado en los valores europeos. Establece un enfoque dual para la IA, promoviendo la innovación y la competitividad al tiempo que se asegura que la IA se desarrolle y se utilice de forma responsable, respetando los derechos humanos, la privacidad y la seguridad. Además, propone un marco regulatorio flexible que adapte las normas existentes a la IA y que promueva la confianza en la tecnología.	Comisión Europea (2020)
Unión Europea	<i>Reglamento General de Protección de Datos (GDPR, por sus siglas en inglés: General Data Protection Regulation)</i>	Busca armonizar las leyes de protección de datos en todos los estados miembros de la UE. Sus principales objetivos son: dar a las personas más control sobre sus datos personales, aumentar la responsabilidad de las organizaciones, establecer sanciones significativas por incumplimiento y mejorar la seguridad de los datos.	PowerData (2018)
Gobierno de los Países Bajos, en colaboración con empresas líderes del sector de los centros de datos y organizaciones de la sociedad civil	<i>Pacto de Centros de Datos Climáticamente Neutrales</i>	Busca acelerar la transición de los centros de datos hacia la neutralidad de carbono.	Climate Neutral Data Center (2021)

Fuente: Elaboración propia.

Las iniciativas de la Tabla 1 desempeñan un papel fundamental en la gobernanza global de la IA, buscando promover un desarrollo responsable y equitativo de esta tecnología y a la vez mitigar los riesgos y aprovechar las oportunidades de la IA para el desarrollo humano y la construcción de un futuro más justo y sostenible.

A la vez, se puede observar que estas iniciativas comparten enfoques y estrategias, destacando las similitudes, diferencias y complementariedades. Por ejemplo, desde un enfoque en ética y derechos humanos, la UNESCO, con su *Recomendación sobre la Ética de la IA* emite el primer instrumento normativo internacional que establece principios éticos para la IA, como la dignidad humana, la no discriminación, la transparencia y la rendición de cuentas, con lo cual, busca influir en las políticas nacionales e internacionales. La OIT trabaja en la ética laboral, asegurando que la IA no perpetúe la discriminación o la precarización laboral, y promoviendo el diálogo social para encontrar soluciones equitativas. El PNUD integra la ética en sus proyectos de IA para el desarrollo, asegurando que la tecnología se utilice para la reducción de la pobreza y la promoción de la igualdad. La OMS prioriza la ética en la salud, con directrices para el uso responsable de la IA en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, asegurando un acceso equitativo a la atención médica. La Comisión Europea, a través de su Libro Blanco propone un enfoque dual para la IA en Europa: impulsar la innovación y asegurar un desarrollo ético y seguro. La Ley de IA, más específica, establece un sistema de regulación basado en el riesgo y busca garantizar que la IA respete los derechos humanos y la seguridad.

Desde un enfoque en el Desarrollo Sostenible, la UNESCO con su programa "IA para el desarrollo" promueve el uso de la IA para alcanzar los ODS, con un enfoque especial en África y países menos desarrollados. El PNUD trabaja en integrar la IA en estrategias de desarrollo sostenible, con proyectos en áreas como la agricultura, la educación y la gestión de recursos. La CEPAL se centra en las oportunidades y desafíos de la IA para América Latina y el Caribe, buscando integrar la tecnología en estrategias de desarrollo económico e inclusión social.

En cuanto a un enfoque en Gobernanza y cooperación internacional, se observa cómo la UNESCO busca ser un punto de referencia para la creación de políticas nacionales e internacionales sobre IA, fomentando la cooperación entre Estados miembros. La OIT promueve el diálogo social entre gobiernos, trabajadores y empleadores para desarrollar estrategias de IA que beneficien al mercado laboral. El PNUD facilita la colaboración entre países para el desarrollo de proyectos de IA que atiendan a necesidades específicas de cada región.

Las iniciativas globales abordan la IA desde diferentes perspectivas, incluyendo la ética, la gobernanza, el desarrollo sostenible, el impacto en el trabajo y la sociedad, pero a la vez se complementan, creando así esfuerzos pioneros para un marco más completo para el desarrollo responsable de la IA. Lo que es un hecho, es que la mayoría de los arreglos regulatorios, o si es más preciso decir que todos, son intentos de una regulación horizontal, la cual, se entiende como aquella que cubre varias áreas de política, mientras que una regulación vertical, es un marco legal delimitado que cubre un área o aplicación de política específica (Tallberg et al., 2023). Es evidente que cuando se trata de regulaciones verticales, hay menos ejemplos existentes a pesar de que se visualice mayor probabilidad que este tipo de regulación sea más relevante y urgente en el futuro (Mass, 2019).

Algunos ejemplos específicos de iniciativas exitosas en la regulación de la IA han sido, por ejemplo, la Ley de Inteligencia Artificial de la Unión Europea (AI Act). Esta ley, que entró en vigor en 2024, establece un marco regulatorio para el desarrollo y uso de la IA en la UE, similar al Reglamento General de Protección de Datos (RGPD). Ha sido bien recibida por su enfoque en la transparencia, la seguridad y la protección de los derechos fundamentales (World Economic Forum, 2024). Asimismo, el Marco de Gestión de Riesgos de IA del NIST, el cual proporciona directrices para gestionar los riesgos asociados con la IA, promoviendo la confianza y la responsabilidad en su uso, Ha sido adoptado ampliamente por organizaciones que buscan implementar IA de manera ética y segura (World Economic Forum, 2024). AI Verify, en Singapur, el marco y kit de herramientas para la verificación de IA que ayuda a las organizaciones a evaluar y demostrar la confiabilidad de sus sistemas de IA, ha sido efectivo en promover la transparencia y la confianza en las aplicaciones de IA (World Economic Forum, 2024).

Si bien, algunas organizaciones internacionales de alcance internacional como lo es la UNESCO han tomado un papel importante en el desarrollo de iniciativas relacionadas con la gobernanza de la IA, a la fecha, ninguna institución ha asumido el papel como el organismo regulador central a nivel global, lo que a la vez lleva a una fuerte descentralización e instituciones parcialmente superpuestas. Además, las regulaciones tienen diferentes alcances: la Ley de IA de la UE, por ejemplo, tiene una jurisdicción específica, mientras que las recomendaciones de la UNESCO tienen un alcance global, pero su aplicación depende de la adopción por parte de los estados miembros.

A pesar de estos esfuerzos conjuntos y el trabajo hecho hasta el momento para crear marcos y arreglos regulatorios que se adapten a la

rápida evolución tecnológica, pareciera que aún existe un vacío en explicar o especificar lo que cada propuesta significa en términos aplicables. Esto es, la tarea aún es ardua cuando se trata de 1) entender y aplicar los estándares para la seguridad y la fiabilidad de los sistemas de IA, lo que garantiza su correcto funcionamiento y reducción de los riesgos de errores o mal funcionamiento; 2) en identificar qué mecanismos reconocen y mitigan los sesgos discriminatorios en los algoritmos de IA, lo que asegura que la tecnología se utiliza de forma justa y equitativa; 3) percibir claramente los requisitos de transparencia y explicabilidad para los sistemas de IA, lo que permite que las personas comprendan cómo funcionan y en qué se basan sus decisiones. Esto es, mecanismos de monitoreo, auditoría y sanciones efectivas.

La falta de un marco regulatorio global unificado es una debilidad importante. Se requieren mecanismos de cooperación internacional más robustos para evitar la fragmentación y la falta de coherencia. Con el avance de la IA generativa y otras tecnologías disruptivas, la regulación se volverá aún más compleja, por lo cual, será crucial desarrollar mecanismos adaptativos y flexibles que puedan responder a las innovaciones tecnológicas.

El futuro de la regulación dependerá de la capacidad de los actores involucrados (incluyendo gobiernos, organizaciones internacionales, empresas, investigadores y la sociedad civil) para desarrollar marcos coordinados, adaptativos e inclusivos que respondan a la rápida evolución de la tecnología y sus implicaciones éticas y sociales.

CONCLUSIÓN

El avance de la investigación sobre la regulación global de la IA es imperativo. Las iniciativas globales en IA, impulsadas principalmente por agencias de la ONU y otros organismos internacionales, representan un paso crucial hacia un desarrollo responsable y ético de esta tecnología. Han logrado generar un diálogo global sobre los desafíos de la IA y han establecido principios y marcos para guiar su desarrollo y uso. Sin embargo, el camino hacia un futuro donde la IA beneficie a la humanidad es complejo y requiere un esfuerzo continuo para abordar desafíos emergentes y aprovechar nuevas oportunidades.

Mientras que el desarrollo de la IA se concentra en países como Estados Unidos, China y Europa, las implicaciones a largo plazo de su implementación serán globales. Organizaciones supranacionales como la

Unión Europea ha evidenciado una destacada capacidad de agencia para influir en la gobernanza global de la inteligencia artificial. Se reconocen los esfuerzos de organizaciones como la CEPAL en la creación de iniciativas como índices y observatorios que mapean el progreso, aplicación, regulación y oportunidades de la Inteligencia Artificial en América Latina y el Caribe.

El uso indebido intencional de la tecnología IA puede socavar la confianza en las instituciones, y si no se comprueba, las externalidades positivas y negativas creadas por las tecnologías de automatización pueden caer de manera desigual en diferentes grupos.

Esta investigación intenta identificar cómo la IA se está volviendo globalmente gobernada. Después de mapear la gobernanza global de la IA se intenta mostrar los factores que impulsan y dan forma a estos procesos regulatorios. En este sentido, futuras investigaciones deberían evaluar qué tan bien la gobernanza de la IA está a la altura de los ideales normativos (quizá en un principio, delimitar tales ideales), es decir, en qué medida y cómo los acuerdos existentes se ajustan y cumplen con los principios.

El trabajo brinda una oportunidad para comprender cómo los actores y consideraciones políticas dan forma a las condiciones bajo las cuales las aplicaciones de la IA pueden ser desarrolladas y utilizadas.

La colaboración entre las agencias de la ONU, los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y la academia es crucial para asegurar que la IA se use para el bien común.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 13(1), 25-35. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz022>
- Bellamy, R. K., Dey, K., Hind, M., Hoffman, S. C., Houde, S., Kannan, K., ... & Zhang, Y. (2019). AI Fairness 360: An extensible toolkit for detecting and mitigating algorithmic bias. *IBM Journal of Research and Development*, 63(4/5), 4-1. <https://doi.org/10.1147/JRD.2019.2942287>
- Büthe, T., Djeflal, C., Lütge, C., Maasen, S., & Ingersleben-Seip, N. V. (2022). Governing AI-attempting to herd cats? Introduction to the special issue on the Governance of Artificial Intelligence. *Journal of*

- European Public Policy, 29(11), 1721-1752.
<https://doi.org/10.1080/13501763.2022.2126515>
- CEB. (2020). *Inter Agency Working Group Artificial Intelligence*. Recuperado de <https://unsceb.org/inter-agency-working-group-artificial-intelligence>
- CEPAL. *Observatorio de Desarrollo Digital*. Recuperado de <https://desarrollodigital.cepal.org/es/home>
- Climate Neutral Data Center. (2021). *Climate Neutral Data Centre Pact. The Green Deal needs Green Infrastructure*. Recuperado de <https://www.climateutraldatacentre.net/>
- Comisión Europea. (2024). *The EU AI Act*. Recuperado de <https://artificialintelligenceact.eu/ai-act-explorer/>
- Comisión Europea. (2020). *Libro blanco sobre la inteligencia artificial*. Recuperado de https://commission.europa.eu/document/download/d2ec4039-c5be-423a-81ef-b9e44e79825b_es?filename=
- Consejo Europeo. (2023). AI Initiatives. Recuperado de (coe.int).
- Consejo Europeo. (2019). *Pacto Verde Europeo*. Recuperado de <https://www.consilium.europa.eu/es/policias/green-deal/#:~:text=El%20Pacto%20Verde%20Europeo%20es%20un%20paquete%20de%20iniciativas%20pol%C3%ADticas,clim%C3%A1tica%20de%20aqu%C3%AD%20a%202050>.
- Dafoe, A. (2018). AI governance: a research agenda. Governance of AI Program, Future of Humanity Institute, University of Oxford: Oxford, UK, 1442, 1443. www.fhi.ox.ac.uk/govaiagenda.
- Derechos Digitales. (2022). *Reflexiones feministas para el desarrollo de Inteligencia Artificial*. Recuperado de <https://www.derechosdigitales.org/fair-2023/>
- Erman, E., & Furendal, M. (2022). The global governance of artificial intelligence: some normative concerns. *Moral Philosophy and Politics*, 9(2), 267-291. <https://doi.org/10.1515/mopp-2020-0046>
- Gignac, G. E., & Szodorai, E. T. (2024). Defining intelligence: Bridging the gap between human and artificial perspectives. *Intelligence*, 104, 101832. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2024.101832>
- Goertzel, B., & Yu, G. (2014, July). From here to agi: A roadmap to the realization of human-level artificial general intelligence. In 2014

- International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (pp. 1525-1533). IEEE.
- Hanif, M. A., Khalid, F., Putra, R. V. W., Rehman, S., & Shafique, M. (2018, July). Robust machine learning systems: Reliability and security for deep neural networks. In 2018 IEEE 24th international symposium on on-line testing and robust system design (IOLTS) (pp. 257-260). IEEE.
- ILIA. (2024). *Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial*. Recuperado de <https://indicelatam.cl/>
- ITU. (2023). *United Nations Activities on Artificial Intelligence (AI) 2023*. Recuperado de https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/gen/S-GEN-UNACT-2023-PDF-E.pdf
- ITU. (2020). *Frontier technologies to protect the environment and tackle climate change*. Recuperado de <https://www.itu.int/en/action/environment-and-climate-change/Documents/frontier-technologies-to-protect-the-environment-and-tackle-climate-change.pdf>
- Maas, M. M. (2019). How viable is international arms control for military artificial intelligence? Three lessons from nuclear weapons. *Contemporary Security Policy*, 40(3), 285-311. <https://doi.org/10.1080/13523260.2019.1576464>
- OECD. (2021). *OECD AI Policy Observatory*. Recuperado de <https://oecd.ai>
- OECD. (2019). *Principles for trustworthy AI*. Recuperado de <https://oecd.ai/en/ai-principles>
- OIT. (2024). *Gen-AI: Inteligencia Artificial y Futuro del Trabajo*. Recuperado de <https://live.ilo.org/es/eventos/gen-ai-inteligencia-artificial-y-futuro-del-trabajo-2024-07-02>
- OMS. (2021a). *Global strategy on digital health 2020-2025*. Recuperado de <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>
- OMS. (2021b). *Ethics and governance of artificial intelligence for health*. Recuperado de <https://www.who.int/es/news/item/28-06-2021-who-issues-first-global-report-on-ai-in-health-and-six-guiding-principles-for-its-design-and-use>
- PNUD. (2024). *Navegando las posibilidades de la IA generativa para el desarrollo sostenible*. Recuperado de: <https://www.undp.org/es/mexico/blog/navegando-las-posibilidades-de-la-ia-generativa-para-el-desarrollo-sostenible>

- PowerData. (2018). *GDPR: Lo que debes saber sobre el reglamento general de protección de datos*. Recuperado de: <https://www.powerdata.es/gdpr-proteccion-datos>
- Saghiri, A. M., Vahidipour, S. M., Jabbarpour, M. R., Sookhak, M., & Forestiero, A. (2022). A survey of artificial intelligence challenges: Analyzing the definitions, relationships, and evolutions. *Applied sciences*, 12(8), 4054. <https://doi.org/10.3390/app12084054>
- Schmitt, L. (2022). Mapping global AI governance: a nascent regime in a fragmented landscape. *AI and Ethics*, 2(2), 303-314. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00083-y>
- Schoser, B. (2023). Framing artificial intelligence to neuromuscular disorders. *Current Opinion in Neurology*, 36(5), 424-426. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000001190>
- Smuha, N. A. (2019). The EU approach to ethics guidelines for trustworthy artificial intelligence. *Computer Law Review International*, 20(4), 97-106. <https://doi.org/10.9785/cri-2019-200402>
- Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2020, April). Energy and policy considerations for modern deep learning research. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence* (Vol. 34, No. 09, pp. 13693-13696).
- Tallberg, J., Erman, E., Furendal, M., Geith, J., Klamberg, M., & Lundgren, M. (2023). The global governance of artificial intelligence: Next steps for empirical and normative research. *International Studies Review*, 25(3), viad040. <https://doi.org/10.1093/isr/viad040>
- UNESCO. (2024). *Qué debe saber acerca de los nuevos marcos de competencias en materia de IA de la UNESCO para estudiantes y docentes*. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/articles/que-debe-saber-acerca-de-los-nuevos-marcos-de-competencias-en-materia-de-ia-de-la-unesco-para#:~:text=y%20al%20medioambiente.-%20BFCu%C3%A1l%20es%20el%20enfoque%20de%20la%20UNESCO%20en%20materia%20de,sostenibilidad%20y%20la%20dignidad%20humana>.
- UNESCO. (2019). *Programa "IA para el desarrollo"*. Recuperado de <https://www.unesco.org/en/artificial-intelligence>
- UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. Recuperado de

<https://www.unesco.org/es/articles/recomendacion-sobre-la-etica-de-la-inteligencia-artificial>

Unión Europea. (2022). *Directrices éticas sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) y los datos en la educación y formación para los educadores*. Recuperado de https://learning-corner.learning.europa.eu/learning-materials/use-artificial-intelligence-ai-and-data-teaching-and-learning_es

Varshney, K. R. (2016, January). Engineering safety in machine learning. In 2016 Information Theory and Applications Workshop (ITA) (pp. 1-5). IEEE.

Wang, P. (2022, April). Intelligence: From definition to design. In International Workshop on Self-Supervised Learning (pp. 35-47). PMLR.

World Economic Forum. (2024). *Gobernanza de la IA: Cómo la regulación, la colaboración y la demanda de habilidades están configurando las tendencias*. Recuperado de <https://es.weforum.org/stories/2024/09/gobernanza-de-la-ia-como-la-regulacion-la-colaboracion-y-la-demanda-de-talento-estan-dando-forma-a-la-industria/>

CAPÍTULO IX

CONSTRUYENDO UN FLUJO DE TRABAJO UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA SELECCIÓN DE POSTULANTES A PUESTOS DE TRABAJO

**Building a workflow using artificial intelligence for the selection of applicants for
organizational projects**

JOSÉ ENRIQUE TOWNSEND VALENCIA¹
LOURDES VERÓNICA TOWNSEND VALENCIA²
DANAÉ JACQUELINE TOWNSEND HINOSTROZA³

RESUMEN

El acelerado crecimiento en el uso de tecnologías de la información en el ámbito empresarial y educativo ha generado una mayor demanda de profesionales y docentes altamente capacitados para liderar y ejecutar proyectos e investigaciones. Sin embargo, persiste una falta de alineación entre las competencias de los postulantes y las necesidades específicas que se requieren. Esta discrepancia puede resultar en una mayor rotación de personal, generando demoras e impactando de manera negativa en el

¹ Doctor en Gestión Económica Global, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Jose.townsend@uteg.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0001-5319-4425>

² Magíster en Tecnologías de la Información, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile. l.townsend@profesor.duoc.cl. <https://orcid.org/0009-0006-8062-7824>

³ Ingeniera en Ciencias Computacionales(c), Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. danjtown@espol.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0002-9193-0881>

desarrollo eficiente de los procesos de reclutamiento. El problema planteado resalta la necesidad de optimizar la toma de decisiones en la selección de profesionales y docentes a proyectos e investigaciones. El objetivo general de este estudio fue abordar esta incompatibilidad mediante el uso de ingeniería de prompts, modelos de lenguaje extensos y métodos multicriterio en la toma de decisiones para analizar los currículos vitae de los postulantes. La innovación de esta investigación se centró en desarrollar un flujo de toma de decisiones basado en datos, que acelera la selección de postulantes y mejora la calidad del proceso al integrar herramientas de inteligencia artificial.

Palabras clave: selección, inteligencia artificial, prompting, postulantes, modelos de lenguaje extensos.

ABSTRACT

The rapid growth in the use of information technologies in the business and educational sectors has created a higher demand for highly skilled professionals and educators to lead and execute projects and research. However, a misalignment persists between the competencies of applicants and the specific needs required. This discrepancy can lead to higher staff turnover, causing delays and negatively impacting the efficient development of recruitment processes. The issue highlighted emphasizes the need to optimize decision-making in the selection of professionals and educators for projects and research. The main objective of this study was to address this mismatch through the use of prompt engineering, large language models, and multicriteria decision-making methods to analyze applicants' resumes. The innovation of this research focused on developing a data-driven decision-making process that accelerates applicant selection and improves the quality of the process by integrating artificial intelligence tools.

Keywords: selection, artificial intelligence, prompting, applicants, large language models.

INTRODUCCIÓN

Para lograr el éxito organizacional, es crucial contar con un sistema de reclutamiento eficaz que permita identificar y seleccionar a los postulantes adecuados para cada puesto. Un aspecto crucial en el proceso

de contratación es la inclusión de los currículum vitae (CV), debido a que estos documentos proporcionan información esencial sobre las competencias, habilidades y experiencia del postulante, facilitando una decisión más informada, una evaluación rápida y precisa según las necesidades del puesto de trabajo. Según Teixeira Da Silva, Dobránszki, Al-Khatib & Tsigaris (2020), esto se debe a que, más allá de listar credenciales, ofrece una narrativa sobre la carrera profesional, logros y evolución de un candidato, lo que facilita la comprensión de su valor para la organización. Pero para Shahbaz et al. (2019) existe la posibilidad de que la información esté sesgada o no estructurada de manera estándar siendo una limitación al momento de encontrar postulantes que se alineen a las necesidades del puesto de trabajo.

Debido al gran volumen de CV recibido en formato digital, las empresas incluyen programas de lectura rápida de archivos, los cuales usan herramientas especializadas para extraer el contenido de los archivos digitales, facilitando a los reclutadores comparar candidatos de manera más precisa y rápida creando filtros de búsqueda, y a la vez reduciendo sesgos inconscientes centrándose en criterios objetivos como habilidades, experiencias y certificaciones (Rezaul Karim et al., 2023). El problema de investigación destaca la importancia de mejorar el proceso de toma de decisiones en la selección de profesionales y docentes para proyectos e investigaciones. El objetivo principal de este estudio fue enfrentar esta discrepancia utilizando sistemas de apoyo a decisiones, modelos de lenguaje a gran escala e ingeniería de prompts para analizar los CV de los candidatos.

Los Modelos de lenguaje extenso y la toma de decisión

El desarrollo de los Modelos de Lenguaje Extenso (LLM) utilizan grandes volúmenes de datos y la inclusión de un extenso número de características, lo que les permite producir textos más ricos en información para tareas relacionadas con la explicación de procesos complejos (Abu-Rasheed, Weber & Fathi, 2024). Según Bashatah & Sherry (2024), los LLM son modelos de aprendizaje automático entrenados con algoritmos de deep learning, diseñados para realizar tareas variadas de procesamiento de lenguaje natural como la generación de texto, la traducción de idiomas y la interacción con chatbots para responder preguntas, estos ayudan a implementar el pensamiento sistémico al integrar diversas fuentes de información y alinear diferentes partes del proceso de selección. Un ejemplo de aplicación de los LLM es el uso en

chatbots, que pueden comprender preguntas y generar respuestas coherentes (Bashatah & Sherry, 2024).

Diseño de estrategia de prompt para calificación de postulantes

Los Modelos de Lenguaje Extenso (LLM) se destacan por su capacidad para procesar y generar lenguaje natural, utilizando grandes volúmenes de datos preentrenados. Una de las formas más eficaces de interactuar con ellos es a través de los prompts, los cuales, como menciona White et al. (2023), son instrucciones precisas que guían las respuestas del modelo. Estos prompts no solo definen el formato y el contenido de las respuestas, sino que también permiten la adaptación del LLM a diversas tareas, desde la redacción de texto hasta la toma de decisiones complejas. De este modo, se logra adaptar el comportamiento del modelo a las necesidades particulares de los usuarios y contextos específicos de aplicación.

Esta flexibilidad en la utilización de prompts abre la puerta a una amplia variedad de enfoques para interactuar con los LLM, dependiendo de los objetivos que se busquen. Existen diferentes tipos de prompts que pueden variar en su estructura y nivel de detalle, desde instrucciones simples hasta secuencias complejas diseñadas para tareas específicas. A continuación, se presenta la tabla 1 que compara los principales tipos de prompts, sus características y aplicaciones más comunes, facilitando una comprensión más clara de cómo elegir el enfoque adecuado según el contexto.

Tabla 1. Comparación de las estrategias de prompting en modelos de lenguaje extensos (LLM).

Estrategia	Nombre	Descripción
P1	Instrucción simple	El prompt indica al modelo que clasifique el texto en 2 etiquetas, seguido del texto a clasificar.
P2	Instrucción simple (última).	Igual que la instrucción simple, pero las instrucciones se colocan después del texto.
P3	Instrucción detallada	El prompt comienza con una descripción detallada del objetivo de clasificación, explicando el contexto según el desarrollador.
P4	Instrucción simple + Ejemplos	Después de las instrucciones simples, el prompt muestra dos ejemplos, seguido del texto a clasificar.

Fuente: Adaptado de Ma, W., Yang, C., & Kästner, C. (2024). (Why) Is My Prompt Getting Worse? Rethinking Regression Testing for Evolving LLM API. 166-171.

Estas estrategias permiten al modelo comprender con mayor claridad el contexto y las expectativas del desarrollador. El estudio utilizó comentarios civiles como ejemplos para evaluar la eficacia de la estrategia, destacando su capacidad para manejar diversas interpretaciones y mejorar la precisión del modelo. En comparación con estrategias como la instrucción simple (P1) o el uso de ejemplos en el aprendizaje contextual (P4), la instrucción detallada (P3) logra una mejor precisión, lo cual es esencial para tareas que requieren una alta exactitud.

Una de las principales limitaciones de los LLM para Gao et al. (2023) es que no pueden generar información fuera de los datos con los que fueron entrenados, ya que no tienen acceso directo a datos actualizados. Para solucionar este problema, ha surgido recientemente una nueva arquitectura de software llamada generación aumentada por recuperación (RAG), que permite conectar una base de datos con un motor de búsqueda que proporciona información relevante. De este modo, el LLM puede acceder a información que no formó parte de su entrenamiento. Esto mejora la precisión y la fiabilidad de las respuestas, especialmente en tareas que requieren un alto conocimiento, y facilita actualizaciones continuas del conocimiento y la integración de información específica del dominio. RAG combina eficazmente el conocimiento interno de los LLM con los amplios y dinámicos repositorios de datos externos.

Toma de decisiones multicriterio

Determinación de pesos en los criterios

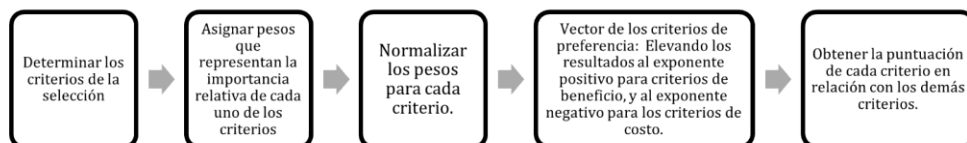
La metodología de toma de decisiones multicriterio (MCDM) aborda problemas de múltiples criterios complejos, permitiendo identificar la solución óptima para problemas con múltiples factores (Kumar & Kaur, 2022). La toma de decisiones multicriterio (MCDM) es un área que incluye métodos tanto cuantitativos como cualitativos que involucran múltiples criterios. Estos métodos están diseñados para evaluar, clasificar o elegir alternativas basándose en un conjunto de criterios que a menudo son conflictivos (Wang & Wu, 2024). Según Karam et al. (2020), uno de los desafíos más importantes al implementar MCDM es seleccionar un método adecuado para el problema en cuestión. Los métodos MCDM se

aplican en una amplia variedad de campos, incluyendo ingeniería, ciencias y gestión.

Sistemas de soporte de decisiones basado en el método de producto ponderado

El método de producto ponderado es útil para evaluar diversas alternativas basadas en varios criterios independientes entre sí, lo que es especialmente relevante en el reclutamiento de nuevos empleados con diferentes competencias. Este método implica normalizar los pesos de los criterios y calcular vectores de preferencia para clasificar las alternativas (Khairina, Asrian & Hatta, 2016). En la figura 1 se muestra los cinco pasos para aplicar el método de producto ponderado:

Figura 1. Pasos del método de producto ponderado.



Adaptado de: Khairina, D., Asrian, M. & Hatta, H. R. (2016). Decision support system for new employee recruitment using weighted product method., 297-301.

Entre otros métodos de toma de decisiones multicriterio se presentan los siguientes enfoques:

AHP (Proceso de Jerarquía Analítica): AHP descompone decisiones complejas en criterios y subcriterios, evalúa comparaciones entre alternativas y asigna pesos para seleccionar la mejor opción (Karam et al., 2020). Usa comparaciones pares y vectores propios para estimar pesos y facilitar decisiones óptimas (Uddin, Al Noman, Tasnim, Nafisa & Hossain, 2021; Kumar & Kaur, 2022).

TOPSIS (Técnica de orden de preferencia por similitud con la solución ideal): TOPSIS selecciona la mejor alternativa basándose en la menor distancia a la solución ideal positiva y mayor distancia a la negativa, sin comparaciones por pares, simplificando grandes conjuntos

de datos (Rezaul Karim et al., 2023; Uddin et al., 2021). Sus ventajas incluyen facilidad de uso, aunque su precisión puede verse afectada por la incertidumbre en los pesos (Kumar & Kaur, 2022).

DEMATEL (Laboratorio de Ensayo y Evaluación de la Toma de Decisiones): DEMATEL usa comparaciones por pares para crear una matriz de influencia total, mapeando relaciones causales y visualizando interdependencias entre factores críticos en un sistema (Rezaul Karim et al., 2023; Kumar & Kaur, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque de investigación para el presente estudio fue mixto, a nivel cuantitativo se utilizó la inteligencia artificial para identificar patrones, clasificar la información y establecer una predicción al seleccionar a los candidatos, y a nivel cualitativo se agrupó en categorías para establecer los criterios clave, tales como formación, habilidades, experiencia, y educación, entre otros, con el fin de organizar y analizar los datos de manera sistemática. El tipo de metodología fue inductivo por la exploración de la información, y el tipo de estudio es exploratorio por la identificación de patrones que sirve como punto de partida para investigaciones más detalladas.

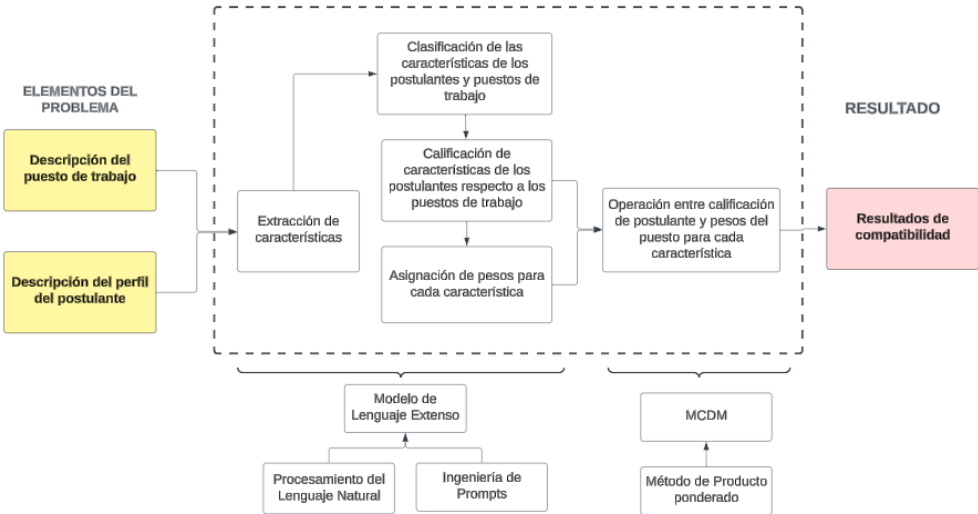
Se realizó una revisión de artículos académicos en bases de datos como Science direct, IEEE Xplore, Springer, Scopus y Arxiv para asegurar la rigurosidad científica del estudio, seleccionando fuentes relevantes y actuales. La revisión de estos documentos en el idioma inglés permitió integrar enfoques, teorías y resultados probados contribuyendo a un marco teórico científico sólido.

En el procesamiento de los datos, se excluyeron deliberadamente los datos personales de los CV, concentrándose únicamente en las competencias profesionales y habilidades mencionadas. Esta decisión se tomó para garantizar la privacidad de los individuos y enfocar el análisis en las capacidades técnicas y experiencia relevante, evitando cualquier sesgo relacionado con información personal. Se recopiló y analizó tres grupos de CV pertenecientes a profesionales del área de informática y docencia. El puesto de trabajo en cuestión corresponde a una posición de enseñanza e investigación en el Instituto de Educación Superior Profesional ubicado en la ciudad de Santiago en Chile.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La **Figura 2** presenta el flujo propuesto de trabajo y los componentes necesarios para determinar la compatibilidad entre los CV y los puestos de trabajo. En ella se detallan los elementos clave de la problemática inicial, así como el resultado final. En el centro del proceso se identifican los pasos a seguir, junto con las herramientas asociadas que permiten alcanzar este objetivo, un modelo de lenguaje extenso, que abarca el procesamiento de lenguaje natural y la ingeniería de prompts, donde se utilizan herramientas como tika, spaCy y gemini; y un enfoque de toma de decisiones multicriterio (MCDM), aplicando la técnica de producto ponderado para evaluar la compatibilidad.

Figura 2. Diagrama de Componentes del flujo de trabajo para la obtención de resultados de compatibilidad.



Elaboración propia.

Técnica de extracción de características

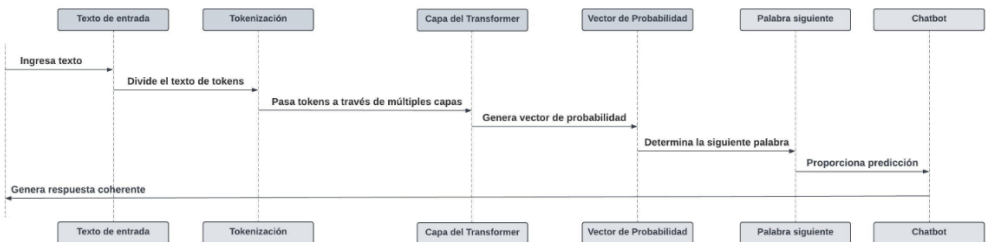
Gracias a su compatibilidad con una amplia gama de formatos de archivo, incluidos los más comunes como word, PDF, excel y html, tika se ha consolidado como la herramienta ideal para analizar los CV en cualquier ámbito organizacional. Además, cuenta con la capacidad de detectar el idioma automáticamente. A partir de los CV, se extrajeron las

características del perfil del postulante y los requisitos del puesto utilizando Apache tika en python, lo que permitió convertir los documentos en texto plano para su posterior procesamiento y análisis, facilitando así la clasificación de las características de los postulantes.

Clasificación de las características de los postulantes

El texto plano extraído del perfil del postulante fue dividido en oraciones mediante el modelo de procesamiento del lenguaje natural (es-core-news-md) de la librería spaCy en python. Como se muestra en la figura 3 a continuación, el modelo proporciona una serie de herramientas avanzadas. Estas funcionalidades permiten descomponer el texto en sus componentes básicos y analizar la relación entre ellos, facilitando así una comprensión profunda del contenido textual. En esta investigación, se utilizó la segmentación de oraciones que combina reglas gramaticales, modelos de lenguaje entrenados, y reglas contextuales para identificar de manera efectiva los límites de las oraciones. Luego, este texto fue clasificado utilizando el modelo de lenguaje extenso gemini de google.

Figura 3. Diagrama de Secuencia - Proceso de división del texto en oraciones.



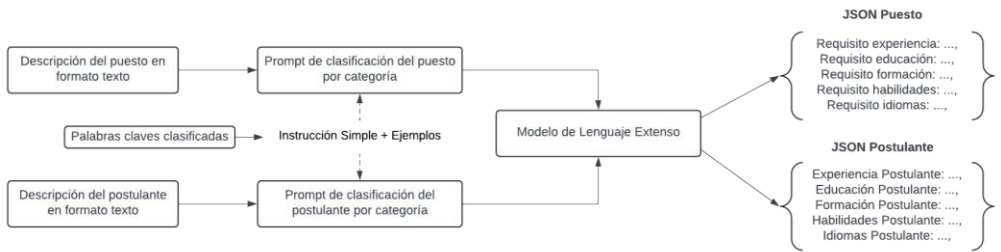
Elaboración propia.

Categorización de la información

Para la categorización de la información relevante de los postulantes frente a los requisitos de un puesto de trabajo, se diseñó la estrategia de prompt para maximizar el rendimiento del modelo de lenguaje extenso (LLM). Se empleó la estrategia de instrucción detallada (P4) mostrado en la tabla 1, que ha demostrado una mayor precisión comparada con otras

estrategias de prompting. Además, se agregó una lista de palabras claves para cada categoría, que deberá actualizarse dependiendo del puesto de trabajo. Esta estrategia ofrece una descripción detallada del objetivo de clasificación antes de presentar las instrucciones específicas y el texto a clasificar (Ma et al., 2024).

Figura 4. Diagrama de Componentes del flujo de trabajo para la obtención de resultados de compatibilidad.



Elaboración propia.

Como muestra la figura 4, el primer prompt clasifica los requisitos del puesto en categorías como Experiencia, Educación, Formación, Habilidades e Idiomas. Utiliza un formato estandarizado en JSON como resultado para asegurar la consistencia en la clasificación. De manera similar, un segundo prompt se encarga de clasificar la información del postulante en las mismas categorías, manteniendo la estructura y formato definidos. En la tabla 2 se muestra la ejecución de ambos prompt en la secuencia de prueba.

Tabla 2. Prompts utilizados en la ejecución en la secuencia de prueba.

Prompt	Instrucción Simple + Ejemplos	Datos de prueba
P1	Clasifica los requisitos del puesto de trabajo utilizando las palabras claves que correspondan a las siguientes categorías: Experiencia, Educación, Cursos, Habilidades e Idiomas.	Input: Es requisito contar con: Formación: Ingeniero(a) en Informática, Ingeniero(a) Ejecución Informática o afín. Con mínimo de 3 años de experiencia. Output: {Experiencia: [mínimo 3 años] Educación: [Ingeniero, Informática, Ejecución en Informática]}

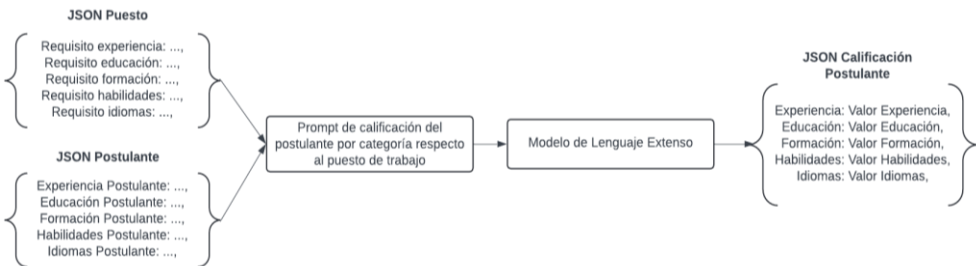
P2	Evalúa la compatibilidad del perfil del postulante con el puesto de trabajo, asignando una calificación en una escala del 1 al 10, donde 1 indica incompatibilidad total y 10 indica compatibilidad total.	Input: Postulante = Idioma: [inglés medio]. Puesto Trabajo = Idioma: [español, inglés avanzado] Output: {{Lenguaje: 4}}

Nota: Elaboración propia.

Calificación de las características de los postulantes

Para evaluar el nivel del postulante respecto a los requisitos del puesto, se desarrolló un tercer prompt como se muestra en la figura 5 asignando una calificación al postulante para cada categoría obtenida del segundo prompt. Esta calificación representa el grado en que el postulante cumple con el requisito del puesto respecto a la categoría. Se utilizó una escala del 1 al 10, donde 1 indica que no cumple ningún requisito y 10 que cumple todos los requisitos y asegura un proceso de selección objetivo y alineado con las necesidades del puesto ofertado.

Figura 5. Diagrama de componentes del flujo de trabajo para la obtención de resultados de compatibilidad.



Nota: Elaboración propia.

Asignación de pesos a las características del puesto de trabajo

Una vez que obtenida la calificación del postulante por cada categoría del puesto, (Formación, Habilidades, Experiencia, Educación e Idioma), se asignó a cada categoría un peso específico que refleja su importancia relativa en el contexto del puesto. Los pesos se representan mediante una matriz. La suma total de los pesos asignados a estas categorías es igual a 1 para mantener la consistencia en la evaluación.

Obtención de la compatibilidad de los postulantes respecto al puesto de trabajo

Para calcular el puntaje de compatibilidad del postulante, se empleó la técnica de producto ponderado, que combina la calificación obtenida en cada categoría con el peso asignado a esa categoría. El producto ponderado se calcula multiplicando la calificación del postulante en una categoría por el peso correspondiente, y sumando los resultados de todas las categorías.

Figura 6. Cálculo de la calificación final del postulante utilizando sumatoria de los resultados iniciales por la matriz de pesos.

$$\sum \left\{ \begin{array}{l} \text{JSON Calificación} \\ \text{Postulante} \\ \text{Experiencia: Valor Experiencia,} \\ \text{Educación: Valor Educación,} \\ \text{Formación: Valor Formación,} \\ \text{Habilidades: Valor Habilidades,} \\ \text{Idiomas: Valor Idiomas,} \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{Matriz de pesos} \\ \text{Experiencia: Peso Experiencia,} \\ \text{Educación: Peso Educación,} \\ \text{Formación: Peso Formación,} \\ \text{Habilidades: Peso Habilidades,} \\ \text{Idiomas: Peso Idiomas.} \end{array} \right\} = \text{Calificación final en} \\ \text{rango del 1 al 10}$$

Nota: Elaboración propia.

El puntaje final obtenido como se muestra en la figura 6 proporciona una medida cuantitativa del grado de compatibilidad del postulante con el puesto ofertado. Este método permite una evaluación integral y objetiva, facilitando la identificación de los candidatos más idóneos para el puesto. La técnica de producto ponderado no sólo asegura un proceso de selección justo, sino que también permite tomar decisiones informadas y alineadas con los objetivos organizacionales. El resultado final es una valoración integral que refleja tanto el desempeño del postulante en cada área como la importancia específica de esas áreas para el éxito en el rol.

Aplicación del flujo de trabajo propuesto

Se analizaron 3 grupos de CV divididos por el tiempo de experiencia en su profesión, poca, media y avanzada. El objetivo fue comparar los resultados del algoritmo propuesto con los criterios de selección que los reclutadores suelen emplear. Tras aplicar el flujo de datos diseñado, se

obtuvieron calificaciones que oscilaron entre 3.7 y 8.7 sobre 10 para el grupo con poca experiencia. Por otro lado, el grupo con mayor experiencia alcanzó un puntaje máximo de 9.5 y un mínimo de 4.1 de compatibilidad.

Al comparar estas calificaciones con los CV asociados, se observó que en general, las evaluaciones calculadas se aproximan a una representación realista de las competencias y habilidades de los individuos evaluados tomando en cuenta no solo el tiempo de experiencia si no la compatibilidad entre el candidato y las habilidades necesarias para el proyecto, resaltando la necesidad de aplicar modelos que permitan la toma de decisiones informada. No obstante, se identificaron ciertos currículos cuyo puntaje sugiere la necesidad de una reevaluación por parte del modelo, ya que estos casos podrían no reflejar con precisión el potencial real de los candidatos. Esto apunta a posibles ajustes en el flujo para mejorar la exactitud de la calificación y asegurar una evaluación justa.

CONCLUSIÓN

Este estudio abordó la problemática de mejorar el proceso de toma de decisiones en la selección de profesionales para puestos de trabajo, mediante el uso de sistemas de apoyo a decisiones basados en modelos de lenguaje extensos y técnicas de procesamiento de texto. La investigación se centró en desarrollar un enfoque que incorpora herramientas como gemini de google, spaCy y python, así como tika, para el procesamiento y la clasificación de datos textuales. Estas herramientas optimizan la precisión del análisis y esfuerzo requeridos para completar tareas complejas de clasificación.

El uso de gemini de google y otros modelos avanzados facilitó el acceso a tecnologías de vanguardia sin incurrir en los altos costos de desarrollo y mantenimiento interno. No obstante, se identificaron desafíos relacionados con la dependencia de servicios externos y el control limitado sobre las capacidades de los modelos, lo cual debe considerarse en futuras aplicaciones. Este estudio representa un avance significativo hacia la mejora del proceso de selección de profesionales mediante la implementación de herramientas avanzadas de procesamiento de datos y modelos de decisión multicriterio. Se sugiere ampliar la investigación con evaluaciones empresariales especializadas para analizar la adaptabilidad y eficacia del modelo en contextos profesionales específicos, fortaleciendo así su aplicación en escenarios de selección especializados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu-Rasheed, H., Weber, C., & Fathi, M. (2024). Knowledge Graphs as Context Sources for LLM-Based Explanations of Learning Recommendations. *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578654>
- Bashatah, J., & Sherry, L. (2024). Prompt Engineering to Classify Components of Standard Operating Procedure Steps Using Large Language Model (LLM)-Based Chatbots. *2024 Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/ICNS60906.2024.10550703>
- Gao, Y., Xiong, Y., Gao, X., Jia, K., Pan, J., Bi, Y., & Wang, H. (2023). Retrieval-augmented generation for large language models: A survey. arXiv preprint arXiv:2312.10997.
- Khairina, D. M., Asrian, M. R., & Hatta, H. R. (2016). Decision support system for new employee recruitment using weighted product method. *3rd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, 297-301. <https://doi.org/10.1109/ICITACEE.2016.7892459>
- Karam, S., Nagahi, M., Dayarathna, V., Ma, J., Jaradat, R., & Hamilton, M. (2020). Integrating systems thinking skills with multi-criteria decision-making technology to recruit employee candidates. *Expert Systems with Applications*, 160. 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113585>
- Kumar, A., & Kaur, K. (2022). MCDM- Based Framework to Solve Decision Making Problems in Software Engineering. *3rd International Conference on Issues and Challenges in Intelligent Computing Techniques (ICICT)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICICT55121.2022.10064599>
- Ma, W., Yang, C., & Kästner, C. (2024). (Why) Is My Prompt Getting Worse? Rethinking Regression Testing for Evolving LLM APIs. *IEEE/ACM 3rd International Conference on AI Engineering – Software Engineering for AI (CAIN), Lisbon, Portugal*, 166-171. <https://arxiv.org/abs/2311.11123>
- Rezaul Karim, A. N. M., Bin Al Abid, F., Das, S., Chowdhury, S. J., Nowhash Chowdhury, A., Tasnim, F., Islam, M. R., & Al Arafat Shaown, G. M. (2023). An Automation System for Best Candidate Selection in

- Interview Panel Using MCDM Approach. *2023 26th International Conference on Computer and Information Technology (ICCIT)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ICCIT60459.2023.10441334>
- Shahbaz, U., Beheshti, A., Nobari, S., Qu, Q., Paik, H.-Y., & Mahdavi, M. (2019). iRecruit: Towards Automating the Recruitment Process. En H.-P. Lam & S. Mistry (Eds.), *Service Research and Innovation* (Vol. 367, pp. 139-152). https://doi.org/10.1007/978-3-030-32242-7_11
- Teixeira Da Silva, J., Dobránszki, J., Al-Khatib, A., & Tsigaris, P. (2020). Curriculum vitae: Challenges and potential solutions. *KOME*, 8(2), 109-127. <https://doi.org/10.17646/KOME.75672.52>
- Uddin, M. R., Al Noman, A., Tasnim, F., Nafisa, N., & Hossain, S. (2021). A Hybrid MCDM Approach based on AHP, and TOPSIS to select an ERP system in Bangladesh. *International Conference on Information and Communication Technology for Sustainable Development*, 161-165. <https://doi.org/10.1109/ICICT4SD50815.2021.9396932>
- Wang, X., & Wu, X. (2024). Can ChatGPT Serve as a Multi-Criteria Decision Maker? A Novel Approach to Supplier Evaluation. *ICASSP 2024 - 2024 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 10281-10285. <https://doi.org/10.1109/ICASSP48485.2024.10447204>
- White, J., Fu, Q., Hays, S., Sandborn, M., Olea, C., Gilbert, H., Elnashar, A., Spencer-Smith, J., & Schmidt, D. C. (2023). A Prompt Pattern Catalog to Enhance Prompt Engineering with ChatGPT. *Preprint arXiv:2302.11382*. <https://arxiv.org/abs/2302.11382>

CAPÍTULO X

TOMA DE DECISIONES BASADA EN DATOS: EL DESAFÍO DE LAS MIPYMES EN UN MERCADO COMPETITIVO

Data-Driven Decision-Making: The Challenge for MSMEs in a Competitive Market

JORGE MISAEL MERCHÁN RIERA¹
RODDY SALVADOR CABEZAS PADILLA²
CARLOS GABRIEL MORA ESPINOZA³

RESUMEN

Este estudio investigó la adopción de la toma de decisiones basada en datos en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) de Guayaquil, Ecuador. A través de un enfoque cuantitativo, se realizó una encuesta a 50 empresas de sectores diversos, como comercio, servicios y manufactura, con el objetivo de identificar tanto los desafíos como las oportunidades en la implementación de herramientas de inteligencia de negocios (BI). Se analizaron factores tales como el acceso a financiamiento, la capacitación en el uso de tecnología, y los beneficios potenciales de BI en la toma de decisiones estratégicas. Los resultados revelaron que la falta de recursos financieros y de capacitación técnica son los principales obstáculos para la adopción de BI, limitando así el potencial de crecimiento y competitividad de estas organizaciones. Sin embargo, las empresas que han integrado estas herramientas han reportado mejoras significativas en eficiencia operativa, así como una

1 Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: jorge.merchanr@ug.edu.ec

2 Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: roddy.cabezasp@ug.edu.ec

3 Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: carlos.moraes@ug.edu.ec

mayor competitividad en el mercado. El estudio concluye que la promoción de políticas de financiamiento y programas de capacitación es fundamental para facilitar el acceso a BI, permitiendo a las MIPYMES mejorar su capacidad de respuesta y sostenibilidad en un entorno de negocios cada vez más competitivo y demandante.

Palabras clave: Decisiones basadas en datos, MIPYMES, Competitividad, Inteligencia de negocios, Tecnología, Decisiones estratégicas.

ABSTRACT

This study investigated the adoption of data-driven decision-making among micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs) in Guayaquil, Ecuador. Through a quantitative approach, a survey was conducted with 50 companies from various sectors, including commerce, services, and manufacturing, aiming to identify both the challenges and opportunities in implementing business intelligence (BI) tools. Factors such as access to financing, training in technology use, and the potential benefits of BI in strategic decision-making were analyzed. The results revealed that lack of financial resources and technical training are the main obstacles to adopting BI, thus limiting these organizations' growth potential and competitiveness. However, the companies that have integrated these tools reported significant improvements in operational efficiency, as well as increased market competitiveness. The study concludes that promoting financing policies and training programs is essential to facilitate access to BI, enabling MSMEs to enhance their responsiveness and sustainability in an increasingly competitive and demanding business environment.

Keywords: Data-driven decision-making, MSMEs, Competitiveness, Business Intelligence, Technology, Strategic decisions.

INTRODUCCIÓN

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) constituyen un pilar fundamental en la economía ecuatoriana. Representan una gran parte del tejido empresarial del país y, en ciudades como Guayaquil, son responsables de más del 90% de las unidades de negocio activas. Estas

empresas no solo generan empleos y promueven el desarrollo local, sino que también contribuyen significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) del país. Sin embargo, el entorno en el que operan es altamente competitivo y dinámico, caracterizado por cambios rápidos en las tendencias del mercado, la evolución tecnológica y las expectativas de los consumidores. En este contexto, las MIPYMES necesitan adaptarse constantemente a las nuevas demandas del mercado para sobrevivir y prosperar. La capacidad de tomar decisiones informadas es crucial para optimizar sus operaciones, mejorar su eficiencia y mantener su competitividad (Cevallos Zhunio, Rodríguez Velasquez, & Valle Chiriboga, 2023).

A pesar de la importancia de basar las decisiones estratégicas en datos concretos, la mayoría de las MIPYMES de Guayaquil carecen de los recursos financieros y del conocimiento técnico necesario para implementar herramientas avanzadas de inteligencia de negocios (BI). Estas herramientas permiten a las empresas recopilar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos, proporcionando información valiosa sobre sus operaciones y su entorno. Según Wang et al. (2024), la integración de herramientas de Big Data y BI en plataformas de e-commerce ha demostrado mejorar la competitividad y la toma de decisiones en mercados globales. Sin embargo, muchas de estas organizaciones consideran que las tecnologías de BI son costosas, complejas y difíciles de integrar en sus procesos sin el apoyo adecuado. En consecuencia, un gran número de estas empresas continúa utilizando métodos tradicionales de toma de decisiones, como la intuición o la experiencia previa, en lugar de basarse en datos objetivos y verificables, lo que puede reducir su competitividad en un mercado cada vez más exigente (García Merino & García Merino, 2017).

Este estudio busca analizar los beneficios y barreras en la adopción de herramientas de toma de decisiones basadas en datos entre las MIPYMES de Guayaquil. La investigación no solo examina los desafíos específicos que enfrentan estas empresas al implementar BI y otras tecnologías de análisis de datos, sino que también ofrece una comprensión de las oportunidades que presentan estas tecnologías para mejorar la competitividad y la eficiencia operativa en el contexto local. Mediante un enfoque cuantitativo, se aplicó una encuesta a 50 empresas de diversos sectores, incluyendo comercio, servicios y manufactura, para identificar los factores que influyen en la adopción de BI y los beneficios potenciales que podría ofrecer (Moro González & García Muiña, 2014).

A lo largo de los últimos años, la inteligencia de negocios ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta ante cambios en el mercado. Las soluciones de BI permiten a las organizaciones transformar datos en información accionable, facilitando la identificación de oportunidades de negocio, la optimización de procesos y la gestión eficiente de recursos. Para las MIPYMES, que a menudo operan con presupuestos limitados y enfrentan una intensa competencia, la adopción de BI puede ser crucial para sostener y fortalecer su posición en el mercado. No obstante, las barreras financieras y técnicas continúan siendo un obstáculo significativo para muchas de estas empresas, lo que limita su capacidad de inversión en tecnología y la capacitación de su personal (Placer-Maruri, Pérez-González, & Soto-Acosta, 2016).

Este estudio parte de la hipótesis de que la implementación de tecnologías de toma de decisiones basada en datos mejorará significativamente la competitividad de las MIPYMES de Guayaquil al optimizar sus procesos de toma de decisiones estratégicas. Al adoptar un enfoque de decisiones basadas en datos, las empresas pueden reducir la incertidumbre, responder de manera más efectiva a las demandas del mercado y mejorar su rendimiento financiero. Esta investigación no solo se centra en los beneficios de la inteligencia de negocios, sino que también explora las barreras estructurales que enfrentan las MIPYMES, tales como la falta de acceso a financiamiento, la escasa disponibilidad de programas de capacitación y la percepción de que estas tecnologías son inaccesibles para empresas de menor tamaño. Estas barreras, combinadas con la carencia de una cultura organizacional orientada a la innovación tecnológica, dificultan la adopción de BI y otras herramientas avanzadas en las MIPYMES de Guayaquil (Roldán, Real, & Sánchez Ceballos, 2018).

OBJETIVOS

1. Identificar los principales desafíos que enfrentan las MIPYMES para adoptar herramientas de toma de decisiones basada en datos.
2. Analizar los beneficios percibidos por las MIPYMES que utilizan herramientas de inteligencia de negocios en términos de eficiencia operativa y competitividad en el mercado.

3. Proponer recomendaciones para facilitar la adopción de estas tecnologías entre las MIPYMES locales, sugiriendo políticas de financiamiento y programas de capacitación que puedan reducir las barreras para la implementación.

Este estudio aborda un tema crítico para el desarrollo económico y la sostenibilidad de las MIPYMES en Guayaquil. La adopción de herramientas de inteligencia de negocios y otras soluciones de análisis de datos puede ofrecer una ventaja competitiva esencial en un entorno empresarial cada vez más globalizado. Al comprender los obstáculos y las oportunidades que enfrentan estas empresas, se pueden desarrollar estrategias y políticas que promuevan el uso de tecnología avanzada y apoyen la creación de un entorno empresarial más inclusivo y resiliente (Zhunio, Valle Chiriboga, & Rodríguez Velasquez, 2023).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio emplea un enfoque cuantitativo para analizar la adopción de la toma de decisiones basada en datos en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) de Guayaquil, Ecuador. El enfoque cuantitativo es particularmente adecuado para identificar patrones y tendencias al utilizar datos estadísticos que permiten una interpretación objetiva de las prácticas y percepciones de los encuestados. Este enfoque metodológico es similar al aplicado por Qatawneh (2024) en su análisis del sector bancario, utilizando el marco TOE para evaluar los factores de adopción tecnológica. La investigación se centra en comprender cómo las MIPYMES están utilizando, o podrían utilizar, la inteligencia de negocios para fortalecer su capacidad de toma de decisiones y mejorar su competitividad en el mercado local y global.

MUESTRA Y SELECCIÓN DE EMPRESAS

El estudio se llevó a cabo con una muestra de 50 MIPYMES en Guayaquil, seleccionadas a través de un muestreo aleatorio simple. Esta técnica permite asegurar que cada empresa de la población objetivo tenga la misma probabilidad de ser incluida en la muestra, lo cual es fundamental

para mantener la imparcialidad y representatividad del estudio. La selección de empresas abarcó sectores estratégicos de la economía local, incluyendo comercio, industria, servicios, retail y alimentos y bebidas, con el objetivo de proporcionar una visión amplia y completa del uso de la toma de decisiones basada en datos en distintos tipos de empresas. Dado que cada uno de estos sectores enfrenta desafíos específicos y tiene necesidades distintas en cuanto a la adopción de tecnología, se consideró esencial representar esta diversidad dentro de la muestra (García Merino & García Merino, 2017).

El tamaño de la muestra, aunque moderado, fue cuidadosamente seleccionado para lograr un equilibrio entre la representatividad de los sectores clave y las limitaciones operativas del estudio. La selección de 50 empresas es consistente con estudios previos en mercados emergentes, en los cuales las limitaciones de recursos financieros y logísticos a menudo restringen el alcance de la investigación. A pesar de su tamaño, esta muestra permite obtener datos significativos y generalizables que reflejan las prácticas actuales de las MIPYMES en cuanto al uso de tecnologías para la toma de decisiones basada en datos. Además, el tamaño de la muestra se justifica al considerar que el estudio tiene un carácter exploratorio, cuyo propósito es proporcionar una visión inicial de las oportunidades y barreras en la adopción de inteligencia de negocios en el contexto de Guayaquil (Cevallos Zhunio, Rodríguez Velasquez, & Valle Chiriboga, 2023).

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN: ENCUESTA

Para la recolección de datos, se diseñó un cuestionario estructurado compuesto exclusivamente por preguntas cerradas. Este diseño permite recopilar datos de manera eficiente y facilitar su análisis estadístico, ya que las respuestas son cuantificables y permiten una interpretación clara de los resultados. El cuestionario aborda tres áreas principales: el uso de tecnologías en la toma de decisiones, las barreras para la adopción de herramientas de inteligencia de negocios, y la percepción de los beneficios potenciales que estas herramientas pueden ofrecer a las MIPYMES. La selección de preguntas cerradas, además de simplificar la recolección de datos, permite una estandarización en las respuestas que facilita las comparaciones entre distintos sectores y tipos de empresas (Roldán, Real, & Sánchez Ceballos, 2018).

ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos a través de la encuesta fueron analizados utilizando métodos estadísticos descriptivos. Se emplearon medidas de tendencia central y de dispersión para interpretar las respuestas, lo cual permite identificar patrones de adopción de tecnología y barreras comunes entre las MIPYMES. Este análisis es esencial para comprender no solo el nivel actual de adopción de la inteligencia de negocios, sino también para establecer comparaciones con estudios previos en contextos similares. Al proporcionar una base estadística sólida, el análisis descriptivo facilita la identificación de áreas específicas donde las políticas y los programas de apoyo pueden ser más efectivos para fomentar el uso de tecnologías avanzadas en las pequeñas y medianas empresas de Guayaquil (Zhunio, Valle Chiriboga, & Rodríguez Velasquez, 2023).

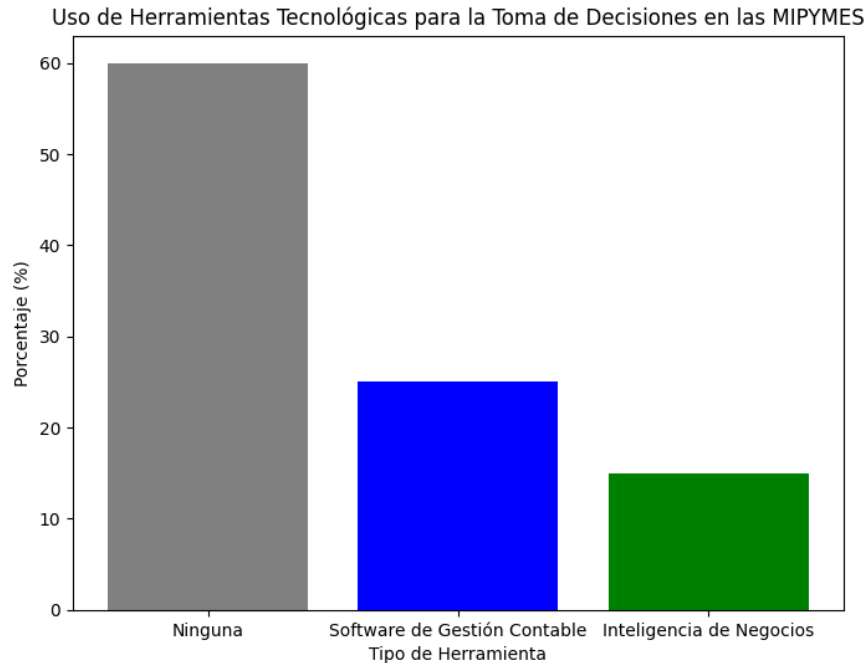
Este enfoque metodológico es adecuado para el propósito exploratorio de este estudio, ya que permite obtener una visión integral del estado actual de la toma de decisiones basada en datos en el contexto local. Los hallazgos obtenidos a través de esta metodología proporcionarán una base para formular recomendaciones que puedan ayudar a las MIPYMES a superar las barreras identificadas, y así, mejorar su capacidad de competir en un entorno que cada vez demanda más agilidad y adaptabilidad a los cambios tecnológicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a 50 MIPYMES en Guayaquil reflejan la situación actual de estas empresas en cuanto a la adopción de herramientas de toma de decisiones basada en datos y su disposición hacia la inteligencia de negocios. Uno de los hallazgos más destacables es que el 60% de las empresas no utiliza ninguna herramienta tecnológica para la toma de decisiones, lo cual denota una falta de acceso a tecnología avanzada que podría mejorar significativamente su competitividad. Este dato sugiere que muchas de estas organizaciones están operando con limitaciones tecnológicas importantes, lo que las deja en desventaja frente a competidores que sí adoptan soluciones modernas de análisis de datos. La falta de inversión en tecnología se ha identificado como un problema estructural que impide a las empresas beneficiarse de una toma de decisiones más informada y estratégica, como también lo

demuestran los hallazgos de Qatawneh (2024) en el sector bancario de Jordania (Cevallos Zhunio, Rodríguez Velasquez, & Valle Chiriboga, 2023).

Figura 1. Uso de Herramientas Tecnológicas para la Toma de Decisiones en las MIPYMES.



Como se muestra en el gráfico, el 60% de las MIPYMES en Guayaquil no utiliza ninguna herramienta tecnológica para la toma de decisiones, lo cual resalta la dependencia de métodos tradicionales y subraya la necesidad de mejorar el acceso a tecnologías avanzadas.

Además, el 50% de las MIPYMES encuestadas indicaron que las decisiones estratégicas en sus negocios se basan principalmente en la intuición de sus gerentes o propietarios, en lugar de utilizar datos concretos y análisis cuantitativos. Esta dependencia de métodos tradicionales puede estar ligada tanto a la falta de familiaridad con las herramientas tecnológicas como a la percepción de que estas herramientas requieren una inversión considerable en tiempo y dinero. Si bien la intuición y experiencia personal son valiosas, el uso limitado de datos concretos en la toma de decisiones coloca a estas empresas en una posición vulnerable en un mercado que se mueve hacia la digitalización y la toma de decisiones basada en datos (García Merino & García Merino, 2017).

BARRERAS IDENTIFICADAS

El análisis de los resultados de la encuesta reveló que la falta de financiamiento es una barrera significativa para el 40% de las empresas encuestadas. Esta dificultad para acceder a capital limita directamente la capacidad de las MIPYMES de adoptar tecnologías que podrían optimizar sus operaciones. Además, la falta de capacitación, mencionada por un 30% de los encuestados, representa otro desafío. Las MIPYMES, en general, muestran una falta de acceso a recursos de formación en inteligencia de negocios y en tecnologías afines, lo cual indica que no se trata solo de un problema de inversión, sino también de acceso al conocimiento y habilidades necesarias para aprovechar plenamente estas herramientas (Roldán, Real, & Sánchez Ceballos, 2018). Estos resultados están en línea con investigaciones previas que subrayan la necesidad de programas de capacitación específicos para sectores como el de las MIPYMES en economías emergentes.

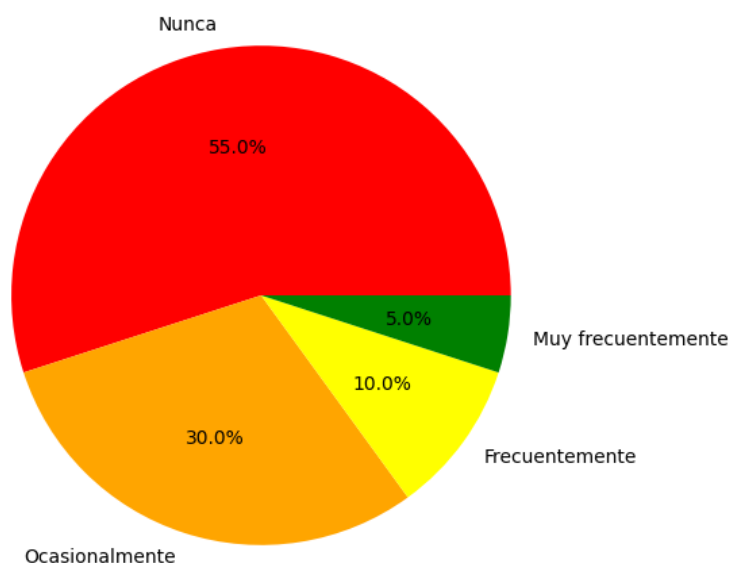
Tabla 1. Distribución de Barreras para la Adopción de Tecnología en las MIPYMES de Guayaquil.

Barrera	Porcentaje (%)
Falta de financiamiento	40%
Falta de capacitación	30%
Falta de conocimiento	20%
Otros	10%

Esta tabla refleja los principales obstáculos percibidos por las MIPYMES en Guayaquil para adoptar tecnologías avanzadas como la inteligencia de negocios. La falta de financiamiento destaca como una barrera crucial, lo que sugiere que los programas de apoyo financiero y subsidios podrían ser esenciales para mejorar el acceso a estas tecnologías. Además, la falta de capacitación indica una necesidad urgente de programas de formación que preparen al personal de las MIPYMES para utilizar eficazmente herramientas de inteligencia de negocios en la toma de decisiones.

Figura 2. Frecuencia de Capacitación en Nuevas Tecnologías en MIPYMES.

Frecuencia de Capacitación en Nuevas Tecnologías en MIPYMES



El gráfico ilustra que más de la mitad de las empresas no realizan capacitación en nuevas tecnologías, lo que dificulta la adopción efectiva de herramientas de inteligencia de negocios y afecta su competitividad.

COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS

Al comparar estos resultados con estudios realizados en otros contextos de mercados emergentes, se observa una tendencia similar en cuanto a la dependencia de la intuición y la falta de financiamiento como barreras recurrentes. Por ejemplo, Placer-Maruri, Pérez-González y Soto-Acosta (2016) documentan cómo las MIPYMES en otros países latinoamericanos también enfrentan dificultades para acceder a tecnologías de inteligencia de negocios debido a la falta de financiamiento y la percepción de que la tecnología es un lujo más que una necesidad. Esta perspectiva sugiere que las barreras para la adopción de tecnologías de toma de decisiones basada en datos en las MIPYMES no son exclusivas de Guayaquil, sino que reflejan problemas estructurales comunes en muchas economías emergentes.

IMPACTO DE LA ADOPCIÓN DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS

A pesar de estas barreras, los datos revelaron que las MIPYMES que han adoptado herramientas de inteligencia de negocios experimentan mejoras notables en la eficiencia operativa y en la precisión de sus decisiones estratégicas. El 15% de las empresas que utilizan herramientas de inteligencia de negocios reportaron un aumento en la competitividad y la capacidad para responder de manera ágil a los cambios del mercado, similar a los resultados observados en la investigación de Fugkeaw et al. (2024) sobre la implementación de sistemas OLAP en la nube para análisis más eficientes. Este hallazgo sugiere que la inteligencia de negocios no solo facilita la toma de decisiones más informada, sino que también permite a las empresas optimizar sus procesos y recursos, lo cual es fundamental para mejorar la productividad y sostenibilidad a largo plazo (Moro González & García Muiña, 2014).

Es importante resaltar que estas mejoras están ligadas a una minoría de empresas que, en su mayoría, han logrado superar las barreras estructurales de financiamiento y capacitación. Esto plantea preguntas sobre la sostenibilidad de estos beneficios si no se implementan cambios a nivel de política pública y de formación profesional. La dependencia de unos pocos actores en el mercado para innovar podría no ser suficiente para fomentar un cambio sistémico en la adopción de tecnología dentro de las MIPYMES.

DISCUSIÓN Y PERSPECTIVAS FUTURAS

La adopción de herramientas de inteligencia de negocios podría ser una solución viable para mejorar la competitividad de las MIPYMES en Guayaquil. Superar las barreras identificadas requerirá una colaboración entre el sector público y privado, especialmente en la creación de programas de financiamiento y subsidios específicos para la adopción de tecnología, así como en la implementación de iniciativas de capacitación en inteligencia de negocios. Los resultados de este estudio sugieren que el acceso a estas herramientas, combinado con el conocimiento técnico necesario para utilizarlas eficazmente, puede mejorar la toma de decisiones y aumentar la sostenibilidad de las MIPYMES en un mercado altamente competitivo (Zhunio, Valle Chiriboga, & Rodríguez Velasquez, 2023).

A pesar de estos hallazgos, se plantea la necesidad de continuar explorando las dinámicas de la adopción tecnológica en las MIPYMES, incluyendo estudios de caso en sectores específicos que puedan proporcionar una visión más detallada de los beneficios y limitaciones de la inteligencia de negocios en el contexto ecuatoriano. Además, investigaciones futuras podrían enfocarse en cómo los programas de financiamiento y capacitación a nivel gubernamental pueden mejorar la percepción y accesibilidad de las tecnologías de toma de decisiones basadas en datos.

En resumen, los resultados subrayan que fomentar el acceso a tecnologías avanzadas como la inteligencia de negocios en las MIPYMES de Guayaquil puede contribuir a la creación de un entorno empresarial más competitivo y orientado a los datos. Este estudio destaca la importancia de políticas de apoyo específicas para facilitar la adopción de estas herramientas y señala que los esfuerzos conjuntos del sector público y privado son fundamentales para reducir las barreras de entrada y fomentar un cambio duradero en el uso de tecnología avanzada en el sector empresarial local.

CONCLUSIÓN

Este estudio ha puesto de manifiesto las barreras y oportunidades relacionadas con la adopción de la toma de decisiones basada en datos en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) de Guayaquil. Los resultados reflejan una dependencia significativa de los métodos tradicionales de toma de decisiones, como la intuición, que sigue siendo predominante en un 50% de las empresas analizadas. Este enfoque no solo limita la capacidad de estas organizaciones para responder eficazmente a los cambios del mercado, sino que también restringe su potencial de crecimiento y competitividad. A través de la adopción de herramientas de inteligencia de negocios, estas empresas podrían transformar sus procesos, mejorando la eficiencia operativa y optimizando sus recursos (Cevallos Zhunio, Rodríguez Velasquez, & Valle Chiriboga, 2023).

A pesar de los beneficios potenciales, el estudio subraya que la falta de financiamiento y de capacitación son obstáculos críticos que las MIPYMES deben superar para implementar de manera efectiva la inteligencia de negocios. La barrera económica, identificada en el 40% de las empresas encuestadas, sugiere que, sin políticas de apoyo adecuadas,

estas organizaciones seguirán encontrando dificultades para acceder a tecnologías avanzadas. Adicionalmente, la carencia de conocimientos técnicos dentro de las empresas –reportada en un 30% de los casos– enfatiza la necesidad de iniciativas de capacitación y formación tecnológica. Es claro que la adopción de inteligencia de negocios no solo requiere de una inversión inicial, sino también de un cambio cultural y organizacional que permita a estas empresas aprovechar al máximo las herramientas de análisis de datos (Roldán, Real, & Sánchez Ceballos, 2018).

Comparando estos hallazgos con estudios realizados en otras economías emergentes, se puede observar una tendencia similar: las MIPYMES enfrentan barreras financieras y de conocimiento que limitan la implementación de tecnología avanzada. Sin embargo, los países que han promovido programas de financiamiento y capacitación específicos para las MIPYMES han logrado avances significativos en la adopción de tecnología, impulsando así la competitividad de estas empresas en un contexto global (García Merino & García Merino, 2017). Este estudio, por lo tanto, sugiere que las MIPYMES de Guayaquil podrían beneficiarse de políticas públicas que faciliten el acceso a financiamiento y que promuevan programas de desarrollo de competencias digitales, mejorando así su capacidad para competir en el mercado global.

Además, el estudio resalta que las empresas que han implementado herramientas de inteligencia de negocios han experimentado mejoras notables en la eficiencia operativa y la toma de decisiones estratégicas. Estas mejoras no solo facilitan la respuesta ante los desafíos del mercado, sino que también optimizan la asignación de recursos, permitiendo a las empresas identificar oportunidades de crecimiento y gestionar sus operaciones de manera más efectiva. Esto confirma la importancia de la inteligencia de negocios como un factor clave para la sostenibilidad y el éxito a largo plazo de las MIPYMES, una conclusión que es consistente con los hallazgos de investigaciones previas sobre la adopción de BI en otros contextos (Placer-Maruri, Pérez-González, & Soto-Acosta, 2016).

La perspectiva de una colaboración entre el sector público y privado es fundamental para facilitar la adopción de tecnologías avanzadas en el sector MIPYME. Se recomienda que el gobierno y las instituciones financieras trabajen de la mano para crear programas de incentivos y subsidios que permitan a estas empresas superar las barreras económicas y técnicas. Adicionalmente, la colaboración con instituciones educativas

podría fortalecer la oferta de capacitación y formación en inteligencia de negocios y análisis de datos, asegurando que tanto los empresarios como sus equipos tengan las habilidades necesarias para utilizar estas herramientas de manera efectiva. La experiencia de otros países en la región sugiere que estos programas de colaboración pueden ser altamente efectivos para impulsar la transformación digital de las MIPYMES, fomentando un entorno más competitivo y sostenible (Moro González & García Muiña, 2014).

Finalmente, este estudio plantea varias áreas para futuras investigaciones. Si bien se ha enfocado en la situación actual de las MIPYMES en Guayaquil, sería valioso extender la investigación a otras ciudades y sectores del país para obtener una visión más completa de los desafíos y oportunidades en la adopción de tecnologías de inteligencia de negocios. Además, se sugiere que estudios futuros examinen el impacto de estas herramientas en áreas específicas de la operación de las MIPYMES, tales como la gestión de clientes, la planificación de recursos y la innovación de productos, evaluando cómo la inteligencia de negocios puede contribuir al desarrollo organizacional y a la sostenibilidad de las empresas en el largo plazo (Zhunio, Valle Chiriboga, & Rodríguez Velasquez, 2023).

En resumen, este estudio evidencia que la adopción de la toma de decisiones basada en datos puede ofrecer una ventaja competitiva significativa para las MIPYMES de Guayaquil, siempre y cuando se implementen políticas de apoyo adecuadas. La integración de herramientas de inteligencia de negocios no solo mejora la eficiencia y la capacidad de respuesta, sino que también posiciona a las MIPYMES en un camino hacia la sostenibilidad y el éxito en un entorno empresarial cada vez más exigente y globalizado. Al fomentar la colaboración entre el sector público, privado y educativo, las MIPYMES estarán mejor equipadas para enfrentar los desafíos de la era digital y maximizar su potencial en el mercado global (Soto, Pérez-González, & Placer-Maruri, 2016).

REFERENCIAS

Cevallos Zhunio, J. E., Rodríguez Velasquez, P. E., & Valle Chiriboga, C. A. (2023). Uso de técnicas de inteligencia de negocios en una empresa de venta directa. *Revista Mapa*, 10(31), 117-128.

- Consejo Nacional de Competitividad. (2022). Informe Anual sobre MIPYMES y desarrollo económico. Informe Oficial.
- Fugkeaw, S., Suksai, P., & Hak, L. (2024). SSF-CDW: Achieving scalable, secure, and fast OLAP query for encrypted cloud data warehouse. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, 13(129). <https://doi.org/10.1186/s13677-024-00692-y>
- García Merino, E., & García Merino, M. J. (2017). Análisis de los Modelos de Inteligencia de Negocios basados en Big Data en las Pymes del Ecuador. *Revista Ciencia & Tecnología*, 18(17), 46-56.
- Luna, D., & Ortega, M. (2021). Capacitación y competitividad en MIPYMES de América Latina. *Revista de Economía*, 27(2), 33-45.
- Martínez, P., & Rivera, J. (2020). Inteligencia de Negocios en MIPYMES: Un enfoque regional. *Revista Iberoamericana de Negocios*, 15(4), 12-29.
- Moro González, P., & García Muiña, F. E. (2014). Absorptive capacity and smart companies. *Intangible Capital*, 10(5), 922-947. <https://doi.org/10.3926/ic.508>.
- Placer-Maruri, E., Pérez-González, D., & Soto-Acosta, P. (2016). Efectos de la utilización de la Inteligencia Competitiva en Pymes industriales. *Intangible Capital*, 12(4), 923-941. <http://dx.doi.org/10.3926/ic.750>.
- Qatawneh, N. (2024). Empirical insights into business intelligence adoption and decision-making performance during the digital transformation era: Extending the TOE model in the Jordanian banking sector. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(100401). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100401>
- Roldán, J. L., Real, J. C., & Sánchez Ceballos, S. (2018). Antecedents and consequences of knowledge management performance: The role of IT infrastructure. *Intangible Capital*, 14(4), 518-535. <https://doi.org/10.3926/ic.1074>.
- Soto, P., Pérez-González, D., & Placer-Maruri, E. (2016). La utilización de inteligencia competitiva en las PYMES del Ecuador. *Intangible Capital*, 12(4), 923-941.
- Wang, L., Pertheban, T. R. A. L., Li, T., & Zhao, L. (2024). Application of business intelligence based on big data in e-commerce data

evaluation. *Heliyon*, 10(2024), e38768.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38768>

Zhunio, C., Valle Chiriboga, C., & Rodríguez Velasquez, P. (2023). Uso de técnicas de inteligencia de negocios en una empresa de venta directa. MAPA, 7(31), 117-128.

ANEXO 1. INSTRUMENTO DE ENCUESTA

A continuación, se detallan las preguntas incluidas en el cuestionario:

1. **¿Qué herramientas tecnológicas utiliza su empresa para la toma de decisiones?**
 - Ninguna
 - Software de gestión contable
 - Software de inteligencia de negocios
2. **¿Con qué frecuencia capacita a sus empleados en el uso de nuevas tecnologías?**
 - Nunca
 - Ocasionalmente (menos de 1 vez al año)
 - Frecuentemente (1-3 veces al año)
 - Muy frecuentemente (más de 3 veces al año)
3. **¿Cuáles son los principales factores que influyen en la toma de decisiones en su empresa?**
 - Intuición
 - Análisis financiero básico
 - Herramientas tecnológicas
4. **¿Cuál considera que es la mayor barrera para implementar tecnología en su empresa?**
 - Falta de financiamiento
 - Falta de capacitación
5. **¿Ha considerado implementar sistemas de inteligencia de negocios?**
 - Sí
 - No, pero estamos interesados
 - No, y no planeamos hacerlo
6. **¿Qué beneficios espera obtener al implementar herramientas tecnológicas?**
 - Mejora en la toma de decisiones
 - Incremento en la eficiencia operativa
 - Aumento en la competitividad
7. **¿Con qué frecuencia realiza análisis de datos para apoyar la toma de decisiones?**
 - Nunca
 - Ocasionalmente
 - Frecuentemente
 - Muy frecuentemente
8. **¿Cuál es el nivel de inversión que su empresa estaría dispuesta a realizar en tecnologías como inteligencia de negocios?**
 - Ninguna inversión
 - Inversión baja
 - Inversión moderada

9. **¿Cuál es el principal desafío para adoptar inteligencia de negocios en su empresa?**
 - Costo elevado
 - Falta de experiencia interna
10. **¿Cree que la inteligencia de negocios puede mejorar la competitividad de su empresa?**
 - Sí
 - No

Este cuestionario está diseñado para explorar tanto las prácticas actuales de las MIPYMES en cuanto a la adopción de herramientas tecnológicas como las barreras que impiden su implementación. Las preguntas también indagan sobre las expectativas y percepciones de los encuestados en relación a los beneficios potenciales de la inteligencia de negocios, lo que permite identificar áreas clave donde se pueden implementar intervenciones que faciliten la adopción de estas tecnologías (Soto, Pérez-González, & Placer-Maruri, 2016).

CAPÍTULO XI

LOS HOMBRES MÁQUINA Y LAS MÁQUINAS DE LOS HOMBRES- ROBOTS CON IA EN EL CAMPO LABORAL

The Machine Men and the Men's Machines – AI Robots in the Workplace

VICTOR DANIEL SANTOS HORTELANO¹

RESUMEN

El texto aborda el impacto de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito laboral, reflexionando sobre los desafíos y oportunidades que plantea la automatización. Analiza si la IA y los robots amenazan los empleos humanos o si, por el contrario, complementan las habilidades humanas, liberando a los trabajadores de tareas repetitivas para que puedan enfocarse en labores más estratégicas y creativas.

Se destaca que, aunque la tecnología ofrece mejoras en productividad y eficiencia, también genera temores de reemplazo laboral y desigualdades sociales. Se hace un paralelo con la Revolución Industrial, que transformó el trabajo pero generó resistencias por parte de los trabajadores. Sectores como la manufactura y la educación se ven impactados, al igual que las líneas de ensamblaje y maquiladoras del siglo XX.

El texto también menciona el concepto marxista de alienación, enfatizando la pérdida de sentido del trabajo en entornos mecanizados.

1 Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Correo: coduamer@gmail.com

Concluye con la necesidad de regular la IA para evitar sesgos y desigualdad, promoviendo un equilibrio entre humanos y máquinas.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Automatización, Productividad, Desigualdad, Robots.

ABSTRACT

The text discusses the impact of artificial intelligence (AI) on the workforce, reflecting on the challenges and opportunities posed by automation. It explores whether AI and robots threaten human jobs or, conversely, complement human skills by freeing workers from repetitive tasks so they can focus on more strategic and creative work.

While technology offers productivity and efficiency improvements, it also raises fears about job displacement and social inequality. A parallel is drawn with the Industrial Revolution, which transformed labor but faced resistance from workers. Sectors like manufacturing and education are affected, similar to the assembly lines and maquiladoras of the 20th century.

The text also touches on Marx's concept of alienation, highlighting the loss of meaning in work within mechanized environments. It concludes by stressing the need for AI regulations to prevent bias and inequality, advocating for a balance between humans and machines.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Automation, Productivity, Inequality, Robots.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) evoluciona tan rápido que el aprendizaje sobre su desarrollo se convierte en una tarea constante de adaptación. Cada avance tecnológico nos obliga a reaprender, generando una dinámica de avance y retroceso que refleja nuestra participación activa en su evolución. Este trabajo tiene como propósito analizar la interacción entre humanos y máquinas en el ámbito laboral, centrándose en los desafíos y oportunidades que ofrece la automatización con robots equipados con IA. La cuestión central que aquí se aborda es si estas nuevas tecnologías funcionan como aliados en la mejora de la productividad y en el desarrollo

de nuevas habilidades o si, por el contrario, representan una amenaza para la estabilidad del empleo en diversos sectores.

A pesar del potencial de la IA para complementar las capacidades humanas, existe una falsa ilusión sobre la posibilidad de que las máquinas puedan sustituir por completo al cerebro humano. Si bien la tecnología es capaz de almacenar y procesar grandes volúmenes de datos, las habilidades humanas, como la creatividad, la intuición y el juicio ético, siguen siendo esenciales. Sin embargo, este temor ha conducido a medidas de rechazo en algunos contextos. Un ejemplo significativo es la prohibición del uso de herramientas de IA en tareas escolares en Francia, lo que refleja una desconfianza hacia la tecnología y una falta de enfoque en la complementariedad entre humanos y máquinas.

La problemática que surge es si la IA y los robots representan una amenaza inminente para el trabajo humano o si, por el contrario, ofrecen oportunidades para liberar a las personas de tareas repetitivas, permitiéndoles centrarse en labores más creativas y estratégicas. Este dilema plantea varias preguntas clave: ¿Cómo afecta la integración de la IA a la productividad? ¿Qué sectores se benefician más con la automatización y cuáles se ven más amenazados? ¿Qué papel jugarán las habilidades humanas en un entorno laboral cada vez más automatizado? Estos cuestionamientos adquieren relevancia en un contexto donde los cambios tecnológicos avanzan con rapidez, y las decisiones que tomemos hoy moldearán el futuro del trabajo.

Históricamente, el progreso tecnológico siempre ha generado tanto oportunidades como incertidumbres. Durante la Revolución Industrial, la introducción de la máquina de vapor transformó sectores productivos completos, como la industria textil y la agricultura, suscitando temor entre los trabajadores, quienes temían perder sus empleos frente a las nuevas máquinas. De manera similar, en la actualidad, la automatización basada en IA está generando cambios profundos en diversos sectores económicos, desde la manufactura hasta el comercio, la educación y los servicios. La pregunta que surge es si estamos presenciando un proceso de reemplazo definitivo de la mano de obra humana o si, al igual que en el pasado, la tecnología terminará generando nuevas oportunidades para el trabajo.

A medida que los robots con IA se expanden a más sectores, es fundamental reflexionar sobre el papel que desempeñarán en la redefinición de la economía global. La economía sigue dependiendo del consumo humano, pero los avances tecnológicos están modificando la manera en que producimos y consumimos. Aunque algunas tareas manuales son más susceptibles de ser automatizadas, los campos intelectuales y creativos, donde el razonamiento humano sigue siendo

esencial, presentan mayores barreras para la sustitución total. Sin embargo, esto no significa que estos sectores estén exentos de transformación.

En lugar de caer en la narrativa de una lucha constante entre humanos y máquinas, es necesario adoptar una perspectiva de colaboración y adaptación. Al igual que en la Revolución Industrial, los avances tecnológicos actuales pueden generar tanto desafíos como oportunidades. El reto será desarrollar nuevas habilidades, adaptar las estructuras laborales y encontrar formas en que la tecnología pueda complementar las capacidades humanas, permitiendo que la automatización sea una herramienta que potencie el trabajo humano en lugar de desplazarlo.

LOS “HOMBRES MÁQUINA”: HUMANIZACIÓN DEL TRABAJO Y SU EVOLUCIÓN

El concepto de “hombres máquina” refleja cómo, desde la Revolución Industrial, el trabajo humano ha sido moldeado para funcionar como una extensión de la maquinaria productiva. Durante este periodo, las innovaciones tecnológicas, como la máquina de vapor y los telares mecánicos, revolucionaron los procesos de producción, pero también transformaron profundamente la relación entre los trabajadores y su labor. El objetivo de maximizar la eficiencia llevó a que las personas fueran integradas en las fábricas bajo una lógica mecánica, donde su principal función era operar las nuevas herramientas productivas de manera repetitiva y casi automática. En este contexto, el valor del trabajo se redujo a su rendimiento cuantificable, despojando a los trabajadores de cualquier sentido creativo o personal en su labor.

Este modelo, que surgió hace casi 270 años, no solo transformó las estructuras económicas, sino también la percepción del trabajador. Las personas comenzaron a ser vistas como partes reemplazables dentro de una gran máquina, donde cada pieza tenía un rol específico pero carecía de identidad propia. Así, los “hombres máquina” encarnan la pérdida de la individualidad en favor de la producción en masa, un fenómeno que no ha desaparecido sino que ha evolucionado a lo largo de los siglos, adaptándose a las distintas configuraciones económicas y sociales.

LA ALIENACIÓN LABORAL DESDE KARL MARX: REPETICIÓN MECÁNICA Y PÉRDIDA DEL VALOR HUMANO

Karl Marx, en sus análisis sobre el trabajo industrial, advirtió que esta transformación no era únicamente económica, sino también social y psicológica. En su concepto de alienación laboral, Marx describe cómo los trabajadores, al estar sometidos a tareas repetitivas y desprovistas de significado personal, terminan perdiendo la conexión con el producto de su trabajo, con sus compañeros y consigo mismos. Esta alienación convierte a las personas en meros engranajes del sistema productivo, cuyo único propósito es mantener en marcha la maquinaria del capital.

Marx también introdujo el concepto del “ejército industrial de reserva”, refiriéndose a la masa de trabajadores desempleados o subempleados que el sistema capitalista mantiene en la periferia. Este ejército sirve como una amenaza latente para la fuerza laboral activa, al generar la posibilidad de reemplazo si los trabajadores exigen mejores condiciones laborales. De este modo, la alienación se perpetúa no solo dentro de las fábricas, sino también fuera de ellas, creando un ciclo en el que los trabajadores están atrapados por la necesidad de supervivencia.

Este fenómeno de alienación y control económico ha evolucionado a lo largo del tiempo, adaptándose a los contextos del siglo XX y XXI. Las líneas de ensamblaje en las industrias automotrices, las maquiladoras en los países en desarrollo y la subcontratación transnacional (offshoring) representan ejemplos contemporáneos de cómo la lógica mecanizada del trabajo sigue vigente. En estos sistemas, los trabajadores realizan tareas monótonas, con poca o ninguna participación en las decisiones productivas, replicando la dinámica de despersonalización que Marx describió en el siglo XIX.

EJEMPLOS HISTÓRICOS: MAQUILADORAS Y LÍNEAS DE ENSAMBLAJE EN LOS SIGLOS XX Y XXI

El modelo de producción en líneas de ensamblaje, introducido por Henry Ford a principios del siglo XX, es un ejemplo icónico de cómo los “hombres máquina” se consolidaron en la industria moderna. Los trabajadores, al realizar tareas específicas y repetitivas, se convirtieron en especialistas de una pequeña parte del proceso, perdiendo cualquier conexión con el producto final. Esta metodología fue altamente eficiente, pero también profundizó la alienación de los trabajadores, quienes eran valorados únicamente por su capacidad de cumplir con una función específica.

A lo largo del siglo XX, este modelo se extendió a las maquiladoras en América Latina y Asia, donde las empresas transnacionales encontraron mano de obra barata y condiciones regulatorias favorables.

En estas fábricas, la lógica de maximización de la producción prevalece sobre cualquier consideración social o emocional de los trabajadores. La subcontratación y el traslado de fábricas a países en desarrollo (offshoring) permitió a las empresas reducir costos, mientras que el reshoring, o el retorno de la producción a los países desarrollados, se ha convertido en una estrategia reciente para controlar los riesgos logísticos y mantener la competitividad.

LAS MÁQUINAS DE LOS HOMBRES: CONVIVENCIA, EVOLUCIÓN Y DESAFÍOS EN EL TRABAJO MODERNO

El concepto de “hombres máquina” no ha desaparecido; simplemente ha evolucionado con las nuevas configuraciones tecnológicas y económicas del siglo XXI. La automatización, al igual que las líneas de ensamblaje y las maquiladoras del pasado, plantea desafíos significativos para los trabajadores y para la forma en que concebimos el trabajo. Sin embargo, también ofrece la oportunidad de repensar la relación entre humanos y máquinas, buscando un equilibrio en el que la tecnología complemente las capacidades humanas en lugar de reemplazarlas por completo. El futuro del trabajo dependerá de nuestra capacidad para adaptarnos a esta nueva realidad, desarrollando políticas y estrategias que prioricen tanto la eficiencia como la dignidad del ser humano en el ámbito laboral.

LA CONVIVENCIA CON LAS MÁQUINAS: DESAFÍOS EN EL ÁMBITO INDUSTRIAL

La convivencia con las máquinas de compañía dentro de las fábricas está cambiando radicalmente. Las nuevas generaciones de máquinas, mucho más evolucionadas, están siendo introducidas más rápido de lo que los trabajadores pueden asimilar. Al igual que se dice que los seres humanos fueron creados a imagen y semejanza de su creador, los humanos han desarrollado un “cerebro artificial” que replica aspectos del funcionamiento del cerebro humano. Sin embargo, aunque nuestra mente es creativa, no podemos igualar la velocidad de procesamiento de estos sistemas artificiales.

Este nuevo tipo de “cerebro” artificial se conoce como Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLM, por sus siglas en inglés). Estos modelos cuentan con redes neuronales interconectadas que les permiten aprender y, con la incorporación de técnicas avanzadas, se acercan cada vez más al razonamiento lógico. Lo que a la humanidad le tomó millones de años

desde los primeros homínidos —como el *Sahelanthropus tchadensis*— hasta la actualidad en donde uno de sus descendientes está escribiendo este artículo, estos sistemas lo han logrado en menos de dos años. Nuestra creación parece habernos superado sin necesidad de desarrollar conciencia, emociones o una comprensión ética del mundo, lo que la convierte en la herramienta perfecta para el mercado: una máquina eficiente, sin sentimientos ni cuestionamientos, al servicio de las grandes empresas.

LA AUTOMATIZACIÓN AVANZADA: EJEMPLOS CONTEMPORÁNEOS EN LA INDUSTRIA

En esta dinámica, se están desarrollando nuevas máquinas capaces de realizar tanto tareas básicas como labores complejas, operando sin descanso. En fábricas como BMW, robots humanoides participan activamente en los procesos de ensamblaje, funcionando de manera continua y con una eficiencia superior a la de los trabajadores humanos (BMW GROUP, 2024). Estos sistemas no requieren pausas, beneficios laborales ni descansos, lo que los convierte en una amenaza directa para los empleos manuales, especialmente en tareas repetitivas.

En Amazon, la automatización ha transformado los procesos logísticos. Desde hace más de siete años, los almacenes de la empresa han utilizado robots para optimizar la distribución y minimizar la dependencia de la mano de obra humana y estudios recientes de ellos mismos dicen que los trabajadores creen que 199erá positivo para desarrollar su trabajo (Amazon,2024). Al mismo tiempo, empresas como Tesla con su robot Optimus y Boston Dynamics con Atlas están desarrollando robots de asistencia capaces de ejecutar tareas tanto en entornos laborales como domésticos, desplazando labores tradicionalmente realizadas por humanos (Expansión, 2024).

UN PARALELISMO CON LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: LA COMPETENCIA ENTRE HUMANOS Y MÁQUINAS

Esta competencia entre humanos y máquinas refleja un escenario similar al vivido durante la Revolución Industrial. Sin embargo, mientras que en el pasado la competencia se daba entre trabajadores de diferentes regiones o países, hoy el enfrentamiento es entre humanos y robots. La automatización no solo amenaza con eliminar empleos manuales, sino que

también pone en riesgo la estabilidad de trabajos que requieren habilidades especializadas.

Lo paradójico es que, según estudios recientes, los países menos desarrollados sufrirán un menor impacto en sus mercados laborales y economías debido a la IA, en comparación con los países más avanzados. El Fondo Monetario Internacional (FMI) ha publicado un análisis que destaca estas diferencias:

“Casi el 40% del empleo mundial está expuesto a la IA. Mientras que en muchos casos la IA tenderá a complementar el trabajo humano, las economías avanzadas enfrentan mayores riesgos debido a que la IA tiene incidencia también en trabajos de alta cualificación. Por otro lado, en los mercados emergentes y los países de ingreso bajo, la exposición será menor, aunque también se ven limitados por la falta de infraestructura y habilidades necesarias para aprovechar las ventajas de la IA”. (IMDF BLOG, 2024, párr. 5)

En las economías avanzadas, alrededor del 60% de los empleos están expuestos a los efectos de la IA. Aproximadamente la mitad de estos empleos se beneficiará de la integración de la IA, que mejorará la productividad. Sin embargo, en la otra mitad, las aplicaciones de IA pueden reemplazar tareas actualmente realizadas por humanos, disminuyendo la demanda de mano de obra y, en consecuencia, los salarios. En los casos más extremos, algunos empleos podrían desaparecer por completo.

Por otro lado, en los mercados emergentes y países de bajos ingresos, la exposición a la IA se calcula en un 40% y 26%, respectivamente. Aunque estas economías sufrirán menos trastornos, también corren el riesgo de quedar rezagadas en el aprovechamiento de la IA debido a la falta de infraestructura y fuerza laboral calificada. Esta situación podría profundizar las desigualdades entre naciones, ampliando la brecha entre los países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo (IMDF BLOG, 2024).

La introducción de robots y sistemas de IA plantea un desafío profundo para la organización del trabajo en el siglo XXI. Si no se gestionan adecuadamente, estos avances podrían llevar a la deshumanización total del empleo, donde la eficiencia tecnológica sustituya la dignidad del trabajo humano. Sin embargo, también existe la posibilidad de utilizar estas herramientas de manera complementaria, asegurando que las máquinas no reemplacen a las personas, sino que potencien sus capacidades.

El reto para los gobiernos y las empresas es diseñar políticas laborales que permitan la convivencia armónica entre humanos y máquinas, evitando la concentración de poder tecnológico en unas pocas corporaciones y promoviendo el acceso equitativo a los beneficios de la automatización. El futuro del trabajo no debe ser un enfrentamiento entre trabajadores y robots, sino una oportunidad para reconfigurar la economía y el mercado laboral en favor de todos. Mas cuando los trabajadores según Microsoft y LinkedIn el 75% de los trabajadores ya usan y conviven con la IA (Forbes, 2024)

¿ALIADOS O AMENAZAS? DEBATES Y DILEMAS ÉTICOS SOBRE LA IA

La implementación acelerada de la inteligencia artificial (IA) ha generado debates en torno a sus beneficios y riesgos. Las empresas que desarrollan estas tecnologías han priorizado la eficiencia sobre el análisis profundo de su impacto en la sociedad, lanzando productos sin prever todas las consecuencias para el ser humano. La IA ofrece oportunidades claras, como la reducción de tareas peligrosas y la optimización del trabajo, pero también plantea desafíos éticos y sociales. La pregunta que surge es si la IA representa un aliado para la humanidad o una amenaza que podría profundizar desigualdades y desplazar empleos.

PUNTOS A FAVOR: OPORTUNIDADES QUE OFRECE LA IA

1. Reducción de tareas repetitivas o peligrosas para los humanos

Uno de los mayores beneficios de la IA es su capacidad para asumir tareas monótonas y peligrosas que antes requerían intervención humana. Esto libera a los trabajadores para dedicarse a labores más creativas y seguras. Por ejemplo, en la industria minera, los robots pueden operar en condiciones extremas, minimizando el riesgo para los empleados. En el sector logístico, la automatización en almacenes ha reducido la exposición de los trabajadores a tareas físicas extenuantes y peligrosas, mejorando la seguridad laboral.

2. Aumento de productividad y eficiencia

La IA también impulsa la productividad al optimizar procesos y reducir los tiempos de ejecución. En empresas como Amazon y Tesla, los robots

automatizados trabajan sin interrupción, aumentando significativamente la eficiencia en la producción y distribución. En la administración pública y privada, los asistentes virtuales gestionan datos y tareas administrativas, permitiendo que los empleados se concentren en funciones más estratégicas. Esta capacidad de procesamiento continuo reduce los costos operativos y mejora la competitividad empresarial.

3. Complemento a las habilidades humanas

Aunque la IA puede desplazar ciertos empleos, también tiene el potencial de complementar las capacidades humanas. Al asumir tareas rutinarias, los trabajadores pueden enfocarse en actividades que requieren creatividad, empatía y resolución de problemas, habilidades que aún son difíciles de replicar por las máquinas. Además, la IA facilita la toma de decisiones al proporcionar análisis rápidos de grandes volúmenes de datos, lo que puede mejorar la eficiencia en áreas como la medicina y la educación.

RIESGOS: DESAFÍOS Y DILEMAS ÉTICOS

1. Desplazamiento de empleos de baja y media cualificación

Uno de los mayores riesgos de la automatización es el desplazamiento de empleos. Las tareas que antes realizaban personas con baja o media cualificación están siendo asumidas por sistemas automatizados, lo que disminuye las oportunidades laborales para estos sectores. Un ejemplo claro se encuentra en las fábricas automotrices, donde robots ensamblan vehículos con mayor precisión y velocidad que los humanos, eliminando la necesidad de ciertos operarios. En el sector administrativo, la incorporación de asistentes virtuales reduce la demanda de personal en tareas rutinarias, como la gestión de agendas y atención al cliente.

2. Creciente desigualdad económica si no se regula

Si bien la automatización aumenta la eficiencia, también amplía la desigualdad económica cuando no se implementan regulaciones adecuadas. Las grandes empresas, que pueden invertir en IA y automatización, obtienen ventajas competitivas que les permiten concentrar más poder y riqueza, mientras que los trabajadores desplazados enfrentan dificultades para reintegrarse en un mercado laboral cada vez más exigente. Sin políticas públicas que promuevan la

reconversión laboral y la redistribución equitativa de los beneficios tecnológicos, la brecha entre quienes tienen acceso a estas herramientas y quienes no, se profundizará.

3. Problemas éticos: Sesgos en los sistemas de IA

La IA también plantea desafíos éticos, como la posibilidad de sesgos en los algoritmos utilizados para la toma de decisiones. Los sistemas de IA se entrenan con datos históricos que pueden reflejar prejuicios sociales, lo que conduce a decisiones discriminatorias. Un ejemplo de esto se observa en los procesos de selección de personal, donde la IA puede favorecer o excluir a ciertos perfiles en función de patrones históricos sesgados. Este problema llevó a Francia a prohibir el uso de IA generativa en procesos de reclutamiento, con el fin de evitar discriminación por razones de género, origen o nivel socioeconómico.

4. Control y dependencia de la tecnología

Otra preocupación es la creciente dependencia de los sistemas de IA en áreas críticas, lo que plantea dudas sobre quién tiene el control de estas tecnologías y cómo se regulan. Las empresas que desarrollan IA concentran un poder significativo, lo que sugiere que las regulaciones deben enfocarse no tanto en las máquinas en sí, sino en las compañías que las diseñan y comercializan. Sin marcos regulatorios adecuados, estas corporaciones pueden priorizar sus intereses comerciales sobre el bienestar social, agravando los problemas de desigualdad y falta de transparencia en la toma de decisiones.

CONCLUSIÓN

El debate sobre si la IA es un aliado o una amenaza no tiene una respuesta simple. Por un lado, la automatización ofrece beneficios claros en términos de eficiencia, seguridad y optimización del trabajo. Sin embargo, también plantea riesgos importantes, como el desplazamiento de empleos, la desigualdad económica y los problemas éticos asociados con el sesgo en los sistemas. Para asegurar que la IA funcione como una herramienta que complemente las capacidades humanas y no las reemplace por completo, será fundamental desarrollar regulaciones efectivas que equilibren el poder entre las empresas tecnológicas y la sociedad. De esta

manera, se podrá garantizar que los avances en inteligencia artificial beneficien a todos, sin comprometer la dignidad del trabajo humano.

BIBLIOGRAFÍA

- About Amazon. (n.d.). Amazon, MIT e IA: Robótica en el entorno laboral. About Amazon. <https://www.aboutamazon.es/noticias/trabajar-en-amazon/amazon-mit-ia-robotica-entorno-laboral>
- BMW Group. (2024, abril 18). Prueba exitosa de robots humanoides en BMW Group Planta Spartanburg. <https://www.press.bmwgroup.com/mexico/article/detail/T0444312ES/prueba-exitosa-de-robots-humanoides-en-bmw-group-planta-spartanburg?language=es>
- Expansión. (2024, abril 18). All-new Atlas: Así es el humanoide de Boston Dynamics que integra IA. <https://expansion.mx/tecnologia/2024/04/18/all-new-atlas-asi-es-el-humanoide-de-boston-dynamics-que-integra-ia>
- Forbes. (n.d.). La inteligencia artificial y el futuro cercano del trabajo profesional. Forbes México. <https://forbes.com.mx/la-inteligencia-artificial-y-el-futuro-cercano-del-trabajo-profesional/>
- FMI. (2024, enero 14). AI will transform the global economy: Let's make sure it benefits humanity. FMI Blog. <https://www.imf.org/es/Blogs/Articles/2024/01/14/ai-will-transform-the-global-economy-lets-make-sure-it-benefits-humanity>
- Metaverso.pro. (n.d.). El impacto de la inteligencia artificial en el futuro del trabajo. <https://metaverso.pro/blog/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-el-futuro-del-trabajo/>
- Santos Hortelano, V. D., & ChatGPT. (2024). Los hombres máquina y las máquinas de los hombres: Robots con IA en el campo laboral. Trabajo no publicado.
- Zendesk. (n.d.). Cómo afecta la inteligencia artificial al trabajo. Zendesk. <https://www.zendesk.com.mx/blog/como-afecta-inteligencia-artificial-trabajo/>

CAPÍTULO XII

IMPACTO DEL METAVERSO Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Impact of the metaverse and artificial intelligence on the transformation of higher education

GEOVANNY RUIZ MUÑOZ¹
JUAN VASCO DELGADO²
LUISA ORTIZ VILLÓN³
ISABEL ZAMBRANO MENDOZA⁴

RESUMEN

Este estudio evaluó el impacto potencial del metaverso y la inteligencia artificial (IA) en la educación superior de la Universidad de Guayaquil. Se empleó una metodología mixta, combinando encuestas a 378 estudiantes y entrevistas a 25 docentes de cinco facultades. Los resultados revelaron una mayor familiaridad y percepción positiva hacia la IA en comparación con el metaverso. Se encontraron diferencias significativas entre

¹ Magister en Tecnología e Innovación Educativa, Universidad de Guayaquil, Ecuador. geovanny.ruizm@ug.edu.ec. 0000-0001-7529-6342

² Magister en Tecnología e Innovación Educativa, Universidad de Guayaquil, Ecuador. juan.vascod@ug.edu.ec. 0000-0003-0587-9758

³ Magister en Gestión Educativa, Ministerio de Educación, Ecuador. joselyn.ortiz@educacion.gob.ec. 0000-0002-1183-5076

⁴ Magister en Diseño Curricular, Ministerio de Educación, Ecuador. catalina.zambrano@educacion.gob.ec. 0000-0001-5039-3111

facultades en cuanto a la disposición para adoptar estas tecnologías. Los docentes identificaron el potencial de personalización del aprendizaje como la principal oportunidad, mientras que los desafíos de implementación y las preocupaciones éticas surgieron como obstáculos importantes. Se halló una correlación positiva entre la familiaridad de los estudiantes con estas tecnologías y su actitud hacia su implementación. El estudio concluyó que la integración del metaverso y la IA en la educación superior no es un proceso uniforme y requiere estrategias personalizadas para cada disciplina. Se enfatizó la necesidad de inversión en infraestructura, capacitación docente y desarrollo de políticas para abordar preocupaciones éticas y de privacidad. Esta investigación proporciona una base para la toma de decisiones informadas sobre la adopción de estas tecnologías en el currículo universitario, planteando consideraciones importantes sobre equidad, ética y preparación para la transformación digital en la educación superior ecuatoriana.

Palabras clave: metaverso, inteligencia artificial, educación superior, transformación digital, tecnología educativa.

ABSTRACT

This study evaluated the potential impact of the metaverse and artificial intelligence (AI) in higher education at the University of Guayaquil. A mixed methodology was employed, combining surveys of 378 students and interviews with 25 teachers from five faculties. The results revealed greater familiarity and positive perception towards AI compared to the metaverse. Significant differences were found among faculties regarding the willingness to adopt these technologies. Teachers identified the potential for learning personalization as the main opportunity, while implementation challenges and ethical concerns emerged as significant obstacles. A positive correlation was found between students' familiarity with these technologies and their attitude towards their implementation. The study concluded that the integration of the metaverse and AI in higher education is not a uniform process and requires personalized strategies for each discipline. The need for investment in infrastructure, teacher training, and policy development to address ethical and privacy concerns was emphasized. This research provides a basis for informed decision-making on the adoption of these technologies in the university curriculum, raising important considerations about equity, ethics, and preparation for digital transformation in Ecuadorian higher education.

Keywords: metaverse, artificial intelligence, higher education, digital transformation, educational technology.

INTRODUCCIÓN

El metaverso, caracterizado por entornos virtuales inmersivos, emerge como una herramienta prometedora para revolucionar la experiencia educativa. De acuerdo con N. Moreno et al. (2020) y Gutiérrez et al. (2023), se define como un sistema informático que genera simulaciones tridimensionales e inmersivas de la realidad, donde agentes digitales o avatares interactúan y realizan diversas actividades educativas, culturales y económicas. Esta conceptualización subraya el potencial del metaverso para crear espacios de aprendizaje altamente interactivos y participativos, ampliando las posibilidades educativas más allá de las limitaciones físicas tradicionales.

En consonancia con esta evolución tecnológica, la inteligencia artificial (IA) se perfila como un catalizador fundamental en la transformación de la educación superior. Como señala R. Moreno (2019), el objetivo central de la IA es desarrollar programas que posibiliten entornos de aprendizaje adaptativos y personalizados. Es preciso destacar que de acuerdo con Ruiz (2024) esta capacidad de adaptación y personalización es clave para abordar uno de los mayores desafíos en la educación superior: la diversidad de estilos y necesidades de aprendizaje entre los estudiantes. En virtud de lo anterior, la IA ofrece oportunidades sin precedentes para enriquecer el aprendizaje de los estudiantes universitarios.

En el actual panorama tecnológico, la predisposición de los estudiantes hacia nuevas tecnologías emerge como un factor crucial para su éxito académico. Castillo (2023) sostiene que los estudiantes, siendo nativos digitales, demuestran una competencia notable y una familiaridad innata con las herramientas de inteligencia artificial generativa. Esta afinidad no solo facilita la integración de tecnologías educativas innovadoras, sino que también proporciona una base sólida para el desarrollo continuo de competencias digitales esenciales para su futuro profesional. En la Universidad de Guayaquil, la incorporación del metaverso y la IA podría transformar significativamente la experiencia educativa, preparando a los estudiantes para un mercado laboral digitalizado. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías conlleva desafíos éticos y prácticos que deben ser cuidadosamente considerados.

Los posibles sesgos en los sistemas de IA representan una preocupación importante, tal como advierten Flores y García (2023), quienes destacan que los algoritmos pueden reflejar sesgos humanos inherentes. Esto plantea interrogantes sobre la equidad en la aplicación de estas tecnologías y su impacto en la diversidad estudiantil. La brecha digital también es un obstáculo significativo, con Ayala (2023) señalando que la desigualdad en el acceso a la tecnología puede limitar la capacidad de los estudiantes para aprovechar estas innovaciones. No obstante, Guerra (2023) destaca el potencial de la IA para adaptar y personalizar el aprendizaje, creando entornos inclusivos y equitativos. Finalmente, la regulación y la gobernanza de estas tecnologías son cruciales, como enfatizan Sabzalieva y Valentini (2023), quienes subrayan la necesidad de marcos regulatorios para garantizar la transparencia, equidad y protección de datos en la educación superior.

La relevancia de esta investigación radica en la necesidad de comprender cómo estas tecnologías pueden integrarse de manera efectiva en los programas de pregrado de la Universidad de Guayaquil, considerando las particularidades del sistema educativo ecuatoriano y las necesidades específicas de sus estudiantes. El optimismo en la comunidad académica sobre el impacto positivo de estas tecnologías es notable. En efecto, Obregón et al. (2023) concluyen que existe un consenso generalizado entre las opiniones científicas acerca del impacto positivo de la inteligencia artificial en la educación, fundamentándose en su potencial para transformar y mejorar el sistema educativo, especialmente en términos de personalización y adaptabilidad.

En virtud de lo expuesto, el objetivo principal de este estudio es evaluar el impacto potencial de la integración del metaverso y la inteligencia artificial en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de pregrado de la Universidad de Guayaquil. Esta finalidad busca no solo identificar las posibles mejoras en los resultados académicos, sino también comprender cómo estas tecnologías pueden contribuir al desarrollo de habilidades críticas para el futuro profesional de los estudiantes en un mundo cada vez más digitalizado, atendiendo a las necesidades específicas del contexto ecuatoriano.

En consonancia con este propósito, la hipótesis que guía esta investigación postula que la implementación estratégica del metaverso y la IA en los programas de pregrado de la Universidad de Guayaquil conducirá a una mejora significativa en la calidad del aprendizaje, el compromiso estudiantil y el desarrollo de competencias digitales esenciales para el siglo XXI. Dicho planteamiento se fundamenta en las observaciones de Jara y Ochoa (2020), quienes señalan que la nueva

generación de estudiantes enfrentará un mercado laboral radicalmente diferente al de las generaciones anteriores, subrayando la importancia de preparar a los estudiantes para un futuro laboral que exigirá habilidades digitales avanzadas y adaptabilidad a entornos tecnológicos en constante evolución.

Es pertinente señalar que este estudio se limita al contexto específico de los programas de pregrado ofrecidos por la Universidad de Guayaquil, excluyendo otros niveles educativos y otras instituciones de educación superior. Asimismo, se enfoca en las aplicaciones educativas del metaverso y la IA, sin profundizar en los aspectos técnicos de su desarrollo.

A modo de síntesis, esta investigación tiene como objetivo arrojar luz sobre cómo el metaverso y la IA pueden transformar la experiencia educativa de los estudiantes de pregrado de la Universidad de Guayaquil, contribuyendo al debate más amplio sobre la modernización de la educación superior en el contexto latinoamericano. Las conclusiones de este estudio podrían ofrecer aportes valiosos no solo para la Universidad de Guayaquil, sino también para otras instituciones de educación superior en Ecuador y América Latina que buscan modernizar sus enfoques pedagógicos en la era digital. En el marco de esta revolución tecnológica, la investigación aspira a proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas en la implementación de estas tecnologías emergentes, considerando tanto sus potenciales beneficios como los desafíos éticos y prácticos que conlleva su adopción en el ámbito educativo ecuatoriano.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se fundamentó en una metodología mixta, integrando enfoques cuantitativos y cualitativos con el propósito de obtener una comprensión holística del impacto del metaverso y la inteligencia artificial en la educación superior, particularmente en el contexto de la Universidad de Guayaquil. En consecuencia, este enfoque metodológico permitió abordar la complejidad del fenómeno estudiado desde múltiples perspectivas, enriqueciendo así la profundidad y el alcance de los resultados obtenidos.

En primera instancia, el estudio se focalizó en cinco facultades representativas de la Universidad de Guayaquil, a saber: Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación; Ciencias Químicas; Ciencias Administrativas;

Ciencias Médicas; e Ingeniería Química. La población total de estudiantes de pregrado en estas facultades ascendía a 25,000 alumnos. Con base en esta cifra precisa, se procedió a determinar una muestra representativa mediante un muestreo estratificado proporcional, garantizando así una representación adecuada de cada facultad. En consecuencia, el tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula de poblaciones finitas, estableciendo un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, lo cual resultó en una muestra total de 378 estudiantes. Por lo tanto, la distribución de la muestra por facultad se estableció de la siguiente manera: Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación (80 estudiantes), Ciencias Químicas (62 estudiantes), Ciencias Administrativas (85 estudiantes), Ciencias Médicas (76 estudiantes), e Ingeniería Química (75 estudiantes).

Para la recolección de datos cuantitativos, se diseñó e implementó una encuesta en línea a través de Google Forms, con 35 ítems divididos en secciones sobre familiaridad con el metaverso y la IA, percepción de su utilidad educativa, expectativas sobre su implementación y los desafíos y oportunidades que presentan. La encuesta utilizó una escala Likert de 5 puntos, incluyendo preguntas de opción múltiple y abiertas para obtener respuestas detalladas. Además, se realizaron 25 entrevistas semiestructuradas con docentes seleccionados por su experiencia y diversidad en especialización, utilizando un protocolo de 15 preguntas abiertas para explorar sus experiencias y percepciones sobre el potencial de estas tecnologías. El análisis de los datos cuantitativos se realizó con IBM SPSS Statistics versión 26, realizando análisis descriptivos. Los datos cuantitativos y cualitativos se integraron mediante triangulación concurrente, comparando los resultados de las encuestas con los temas emergentes de las entrevistas para obtener una comprensión más completa y detallada del fenómeno estudiado.

Es importante destacar que, a lo largo de todo el proceso de investigación, se adherieron estrictamente a las consideraciones éticas establecidas por el Comité de Ética de Investigación de la Universidad de Guayaquil. En consecuencia, esto garantizó la integridad y el rigor ético del estudio en todas sus fases. En síntesis, esta metodología mixta, robusta y sistemática, proporcionó un marco sólido para la exploración comprehensiva del impacto del metaverso y la inteligencia artificial en la educación superior en el contexto específico de la Universidad de Guayaquil.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio arrojó resultados significativos que proporcionan una visión integral del impacto potencial del metaverso y la inteligencia artificial (IA) en la educación superior en la Universidad de Guayaquil. Los hallazgos se presentan en tres categorías principales: familiaridad y percepción de los estudiantes, perspectivas de los docentes, y desafíos y oportunidades percibidos:

1. Familiaridad y percepción de los estudiantes

La encuesta realizada a 378 estudiantes reveló un nivel moderado de familiaridad con el metaverso y la IA entre la población estudiantil. La Tabla 1 muestra los resultados de la familiaridad de los estudiantes con estas tecnologías.

Tabla 1. Familiaridad de los estudiantes con el metaverso y la IA.

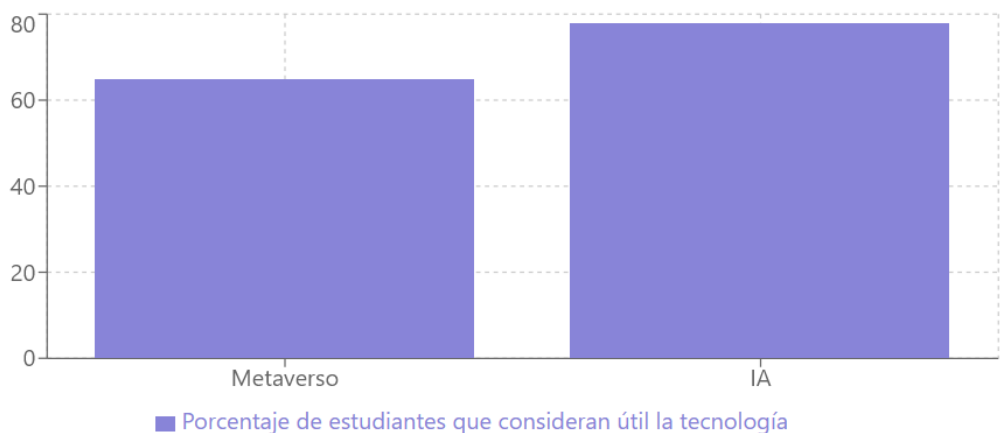
Tecnología	Media	Desviación Estándar	Moda
Metaverso	3.2	1.1	3
Inteligencia Artificial	3.8	0.9	4

Nota: Escala de 1 a 5, donde 1 = Nada familiarizado y 5 = Muy familiarizado.

Como se observa en la Tabla 1, los estudiantes mostraron una mayor familiaridad con la IA (media = 3.8, DE = 0.9) en comparación con el metaverso (media = 3.2, DE = 1.1). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($t(377) = 8.24, p < 0.001$), lo que sugiere que los esfuerzos educativos podrían necesitar enfocarse más en familiarizar a los estudiantes con el concepto y las aplicaciones del metaverso.

La percepción de la utilidad de estas tecnologías en el contexto educativo fue generalmente positiva. El 78% de los estudiantes consideraron que la IA podría mejorar significativamente su experiencia de aprendizaje, mientras que el 65% expresó opiniones similares sobre el metaverso. Para visualizar mejor estas percepciones, se presenta el siguiente gráfico:

Figura 1. Percepción de los estudiantes sobre la utilidad del metaverso y la IA en educación.



La Figura 1 ilustra claramente la diferencia en la percepción de utilidad entre el metaverso y la IA, con una mayor confianza en el potencial de la IA para mejorar la experiencia educativa.

2. Perspectivas de los docentes

Las entrevistas con 25 docentes revelaron perspectivas variadas sobre la integración del metaverso y la IA en la educación superior. Los temas principales que emergieron del análisis cualitativo se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Temas principales de las entrevistas con docentes.

Tema	Descripción	Frecuencia (%)
Potencial de personalización	Capacidad de adaptar el aprendizaje a las necesidades individuales	87.5%
Desafíos de implementación	Preocupaciones sobre infraestructura y capacitación	79.2%
Mejora de la interactividad	Posibilidad de crear experiencias de aprendizaje más inmersivas	70.8%
Preocupaciones éticas	Inquietudes sobre privacidad y sesgos algorítmicos	62.5%

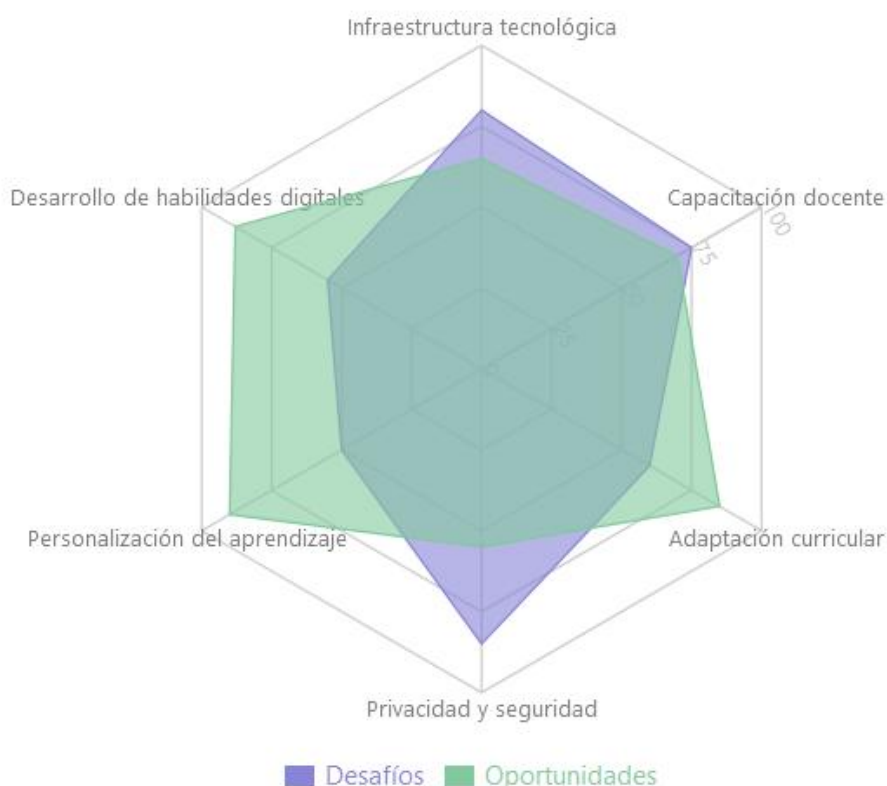
La Tabla 2 muestra que el potencial de personalización fue el tema más frecuentemente mencionado por los docentes (87.5%), seguido por los desafíos de implementación (79.2%). Esto sugiere que, si bien los

docentes reconocen el valor potencial de estas tecnologías, también son conscientes de los obstáculos prácticos para su adopción.

3. Desafíos y oportunidades percibidos

El análisis de los datos cuantitativos y cualitativos reveló una serie de desafíos y oportunidades clave asociados con la implementación del metaverso y la IA en la Universidad de Guayaquil. La Figura 2 presenta una visualización de estos hallazgos.

Figura 2. Desafíos y oportunidades percibidos en la implementación del metaverso y la IA.

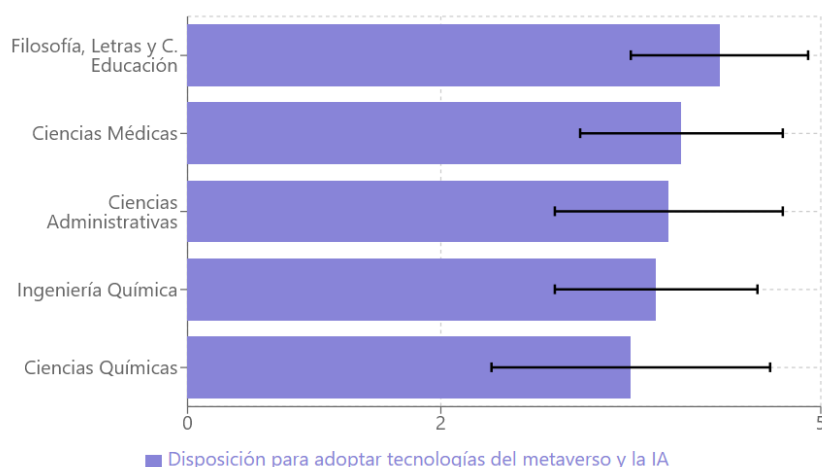


La Figura 2 ilustra cómo los desafíos y oportunidades se equilibran en diferentes áreas. Por ejemplo, mientras que la infraestructura tecnológica y la privacidad se perciben como desafíos significativos, la personalización del aprendizaje y el desarrollo de habilidades digitales se ven como oportunidades importantes.

Un hallazgo particularmente relevante fue la correlación positiva entre la familiaridad de los estudiantes con estas tecnologías y su actitud hacia su implementación ($r = 0.68$, $p < 0.001$). Esto sugiere que los esfuerzos para aumentar la exposición y comprensión de los estudiantes sobre el metaverso y la IA podrían conducir a una mayor aceptación y aprovechamiento de estas tecnologías en el entorno educativo.

Además, se encontraron diferencias significativas entre las facultades de la Universidad de Guayaquil en cuanto a su disposición para adoptar las tecnologías del metaverso y la inteligencia artificial en sus procesos educativos. Estas diferencias se evidenciaron a través de un análisis de varianza que arrojó resultados estadísticamente significativos ($F(4, 373) = 8.92$, $p < 0.001$). Notablemente, la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación mostró la mayor disposición con una media de 4.2 (DE = 0.7) en una escala de 5 puntos, mientras que la Facultad de Ciencias Químicas presentó la menor disposición con una media de 3.5 (DE = 1.1). Estas variaciones subrayan la necesidad de desarrollar estrategias de implementación personalizadas que tengan en cuenta las particularidades de cada disciplina académica. A continuación, se presenta la Figura 3 que ilustra estas diferencias en la disposición entre las distintas facultades.

Figura 3. Disposición de las facultades para adoptar tecnologías del metaverso y la IA.



La Figura 3 ilustra claramente las diferencias en la disposición para adoptar tecnologías del metaverso y la IA entre las diferentes facultades de la Universidad de Guayaquil.

El estudio revela un panorama diverso en la adopción tecnológica dentro de la Universidad de Guayaquil, desafiando la idea de una implementación uniforme. Los hallazgos indican que la disposición y percepción hacia tecnologías como la inteligencia artificial (IA) y el metaverso varían significativamente entre las distintas disciplinas académicas. Esta diversidad subraya la necesidad de desarrollar estrategias de implementación personalizadas para cada facultad, en lugar de aplicar un enfoque generalizado. Además, se destaca una brecha interesante entre la familiaridad de los estudiantes con estas tecnologías y su percepción de utilidad, siendo la IA vista más favorablemente que el metaverso.

Desde una perspectiva teórica, la investigación enriquece el conocimiento sobre la transformación digital en la educación superior, sugiriendo que nos encontramos en el umbral de una nueva era educativa. La integración del metaverso y la IA podría redefinir fundamentalmente los conceptos de enseñanza y aprendizaje en el siglo XXI. En términos prácticos, los resultados tienen implicaciones directas para la gestión académica, no solo de la Universidad de Guayaquil, sino potencialmente para otras instituciones de educación superior en Ecuador y América Latina. Se enfatiza la necesidad de inversiones estratégicas en infraestructura tecnológica, programas de capacitación y desarrollo de políticas que aborden las preocupaciones éticas y de privacidad, además también resalta la importancia del rol del docente como facilitador en este proceso de transformación digital, subrayando la necesidad de un desarrollo profesional continuo. Mirando hacia el futuro, la investigación abre nuevas líneas de indagación sobre cómo el metaverso y la IA pueden abordar desafíos específicos en la educación superior ecuatoriana, como la mejora de la retención estudiantil y la preparación de los graduados para un mercado laboral cada vez más digitalizado.

CONCLUSIÓN

El presente estudio sobre el impacto del metaverso y la inteligencia artificial (IA) en la educación superior en la Universidad de Guayaquil ha

revelado hallazgos significativos que cumplen con el objetivo propuesto de evaluar el potencial de estas tecnologías emergentes en la transformación de la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de pregrado. En este sentido, los resultados obtenidos demostraron una disposición general positiva hacia la integración de estas tecnologías, aunque con variaciones notables entre las diferentes facultades y disciplinas académicas.

La investigación evidenció que la adopción del metaverso y la IA en la educación superior no es un proceso uniforme; por el contrario, está influenciado por factores como la familiaridad tecnológica, las percepciones de utilidad y los desafíos específicos de cada disciplina. En consecuencia, esta heterogeneidad en la disposición y percepción entre las facultades subraya la necesidad de desarrollar estrategias de implementación personalizadas, un hallazgo que tiene implicaciones significativas para la planificación y gestión académica en la Universidad de Guayaquil y, potencialmente, en otras instituciones de educación superior en Ecuador y América Latina.

Asimismo, el contraste entre la alta familiaridad y percepción positiva de la IA frente a un menor conocimiento y una actitud más cautelosa hacia el metaverso sugiere la necesidad de esfuerzos educativos diferenciados para cada tecnología. Por consiguiente, esta disparidad plantea interrogantes sobre cómo introducir y contextualizar estas tecnologías de manera que se maximice su potencial pedagógico mientras se abordan las preocupaciones y resistencias existentes.

Por otra parte, los desafíos identificados, particularmente en términos de infraestructura tecnológica, capacitación docente y consideraciones éticas, ponen de manifiesto la complejidad de la integración de estas tecnologías en el contexto de la educación superior ecuatoriana. En efecto, estos hallazgos resaltan la importancia de una planificación cuidadosa y una inversión estratégica en recursos tecnológicos y humanos para garantizar una implementación exitosa.

Adicionalmente, la correlación positiva encontrada entre la familiaridad de los estudiantes con estas tecnologías y su actitud hacia su implementación sugiere que los esfuerzos para aumentar la exposición y comprensión de los estudiantes sobre el metaverso y la IA podrían conducir a una mayor aceptación y aprovechamiento de estas tecnologías en el entorno educativo. Por ende, este hallazgo tiene implicaciones

directas para el diseño de programas de alfabetización digital y la integración gradual de estas tecnologías en el currículo.

Desde una perspectiva más amplia, los resultados de este estudio contribuyen al cuerpo de conocimiento sobre la transformación digital en la educación superior, ofreciendo aportes sobre cómo las tecnologías emergentes están reconfigurando los paradigmas educativos tradicionales. En este contexto, la investigación sugiere que la Universidad de Guayaquil, y por extensión, otras instituciones de educación superior en la región, se encuentran en el umbral de una nueva era educativa donde la integración del metaverso y la IA podría llevar a una redefinición fundamental de las prácticas de enseñanza y aprendizaje.

El estudio también pone de relieve la importancia del rol del docente como facilitador y guía en este proceso de transformación digital. Por tanto, los hallazgos subrayan la necesidad de un desarrollo profesional continuo que permita a los educadores mantenerse al día con los avances tecnológicos y pedagógicos, una implicación crucial para la planificación de recursos humanos y la formación continua en la institución.

En el contexto más amplio de la educación superior ecuatoriana, esta investigación abre nuevas líneas de indagación sobre cómo el metaverso y la IA pueden utilizarse para abordar desafíos específicos como la mejora de la retención estudiantil, el aumento de la participación en clase y la preparación de los graduados para un mercado laboral cada vez más digitalizado. En consecuencia, estas áreas de investigación futura prometen profundizar nuestra comprensión del impacto a largo plazo de estas tecnologías en los resultados de aprendizaje y la evolución de las prácticas pedagógicas.

En síntesis, este estudio no solo cumple con su objetivo de evaluar el impacto potencial del metaverso y la IA en la educación superior en la Universidad de Guayaquil, sino que también establece un punto de partida crucial para comprender y navegar la intersección entre las tecnologías emergentes y la educación superior en el contexto ecuatoriano. En última instancia, los resultados obtenidos ofrecen una base para la toma de decisiones informadas sobre la adopción e integración de estas tecnologías en el currículo universitario, al tiempo que plantean importantes consideraciones sobre la equidad, la ética y la preparación necesaria para esta transformación digital.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala-Pazmiño, M. (2023). Inteligencia artificial en la educación: Explorando los beneficios y riesgos potenciales. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(3), 892-899. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1827>
- Castillo Herrera, M. E. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación secundaria. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(6), 515-530. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i6.1459>
- Flores-Vivar, J., & García-Peñalvo, F. (2023). Reflections on the ethics, potential, and challenges of artificial intelligence in the framework of quality education (SDG4). [Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4)]. *Comunicar*, 74, 37-47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Guerra, A. (2023). *The Future Benefits of Artificial Intelligence for Students*. Urbe University. <https://urbeuniversity.edu/blog/the-future-benefits-of-artificial-intelligence-for-students#:~:text=With%20AI-powered%20algorithms%2C%20educational>
- Gutiérrez-Cirlos C, Bermúdez-González JL, Carrillo-Pérez DL, Hidrogo-Montemayor I, Martínez-González A, Carrillo-Esper R, et al. (2023). La medicina y el metaverso: aplicaciones actuales y futuro. *Gaceta médica de México*, 159(4), 286-292. <https://doi.org/10.24875/gmm.23000166>
- Moreno Martínez, N. M., & Galván Malagón, M. C. (2020). Realidad aumentada y realidad virtual para la creación de escenarios de aprendizaje de la lengua inglesa desde un enfoque comunicativo. *Didáctica, Innovación Y Multimedia*, 38. <https://ddd.uab.cat/record/226872>
- Moreno Padilla, R. D. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista De Investigación En Tecnologías De La Información*, 7(14), 260-270. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>
- Obregón González, L. A., Onofre Baren, C. Y., & Pareja Zapata, E. J. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en el ámbito educativo.

Revista Científica FIPCAEC, 8(3), 342–354.
<https://doi.org/10.23857/fipcaec.v8i3>

Ruiz Muñoz, G. (2024). Exploración del impacto del metaverso y la inteligencia artificial en la educación superior. *Identidad Bolivariana*, 8(2), 32-45. <https://doi.org/10.37611/IB8ol232-45>

Sabzalieva, E. and Valentini, A. (2023) *ChatGPT and artificial intelligence in higher education: quick start guide*, *Unesdoc.unesco.org*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146>

CAPÍTULO XIII

IMPACTO DEL USO DE LA IA EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES EN ASIGNATURAS DE TRONCO COMÚN DE PRIMER SEMESTRE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA EN LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Impact of the use of AI on the academic performance of students in common core subjects of the first semester of the Faculty of Chemical Engineering at the University of Guayaquil

BETTY MACAS PADILLA³¹
CARLOS SÁNCHEZ PAREDES³²
KARIN MORALES LOOR³³
NORMA ROMERO AMORES³⁴

RESUMEN

El presente estudio analizó el impacto del uso de la inteligencia artificial (IA) en el rendimiento académico de estudiantes de primer semestre de las carreras de Ingeniería en Alimentos, Ingeniería de la Producción,

³¹ Docente, Magister en Tecnología e Innovación Educativa, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Email: betty.macasp@ug.edu.ec. ORCID. <https://orcid.org/0009-0006-2317-6086>

³² Magister en Sistemas de Información Gerencial, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Email: carlos.sanchezpar@ug.edu.ec. ORCID 0000-0002-6752-9940

³³ Docente, Magister en Tecnología e Innovación Educativa, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Email: karin.moralesl@ug.edu.ec ORCID. <https://orcid.org/0009-0007-2891-8437>

³⁴ Docente, Magister en Tecnología e Innovación Educativa, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Email: norma.romeroa@ug.edu.ec ORCID. <https://orcid.org/0009-0008-7935-1642>

Ingeniería Química y Gastronomía, en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil, centrándose en tres asignaturas de tronco común: Herramientas Digitales I, Lenguaje y Comunicación, y Democracia, Ciudadanía y Globalización. A través de un enfoque cuantitativo, se compararon los resultados académicos de los estudiantes matriculados en el ciclo académico CII 2023-2024 con los que avanzaron al segundo semestre en el ciclo académico CI 2024-2025, examinando las calificaciones obtenidas en las asignaturas mencionadas para evaluar si el uso de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje tuvo una influencia significativa en el rendimiento académico. La justificación de esta investigación radicó en la necesidad de adaptar los métodos educativos a las nuevas generaciones de estudiantes, quienes estaban familiarizados con las herramientas digitales y demandaban experiencias de aprendizaje más personalizadas y eficientes. La implementación de la IA en los procesos educativos podría haber sido una solución innovadora para abordar estos desafíos, especialmente en disciplinas altamente técnicas como las ofertadas en la Facultad de Ingeniería Química. Este estudio buscó llenar el vacío de conocimiento sobre el impacto específico de la IA en el rendimiento académico de estudiantes de Ingeniería Química, proporcionando recomendaciones para la incorporación de tecnologías emergentes en la educación superior.

Palabras clave: inteligencia artificial, rendimiento académico, TIC, educación superior.

ABSTRACT

The present study analyzed the impact of the use of artificial intelligence (AI) on the academic performance of first-semester students in the careers of Food Engineering, Production Engineering, Chemical Engineering, and Gastronomy, at the Faculty of Chemical Engineering, University of Guayaquil, focusing on three core subjects: Digital Tools I, Language and Communication, and Democracy, Citizenship, and Globalization. Through a quantitative approach, the academic results of the students enrolled in the academic cycle CII 2023-2024 were compared with those who advanced to the second semester in the academic cycle CI 2024-2025, examining the grades obtained in the aforementioned subjects to evaluate whether the use of AI in the teaching-learning process had a significant influence on academic performance. The justification for this research lay in the need to adapt educational methods to new

generations of students who were familiar with digital tools and demanded more personalized and efficient learning experiences. The implementation of AI in educational processes could have been an innovative solution to address these challenges, especially in highly technical disciplines such as those offered by the Faculty of Chemical Engineering. This study aimed to fill the knowledge gap regarding the specific impact of AI on the academic performance of Chemical Engineering students, providing recommendations for the incorporation of emerging technologies in higher education.

Keywords: artificial intelligence, Academic performance, ICT, higher education.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio buscó evaluar el impacto del uso de la inteligencia artificial (IA) en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de la Facultad de Ingeniería Química en la Universidad de Guayaquil, específicamente en las asignaturas de tronco común: Herramientas Digitales I, Lenguaje y Comunicación, y Democracia, Ciudadanía y Globalización. A pesar de los avances tecnológicos, la educación superior enfrenta el desafío de adaptar sus métodos a las nuevas generaciones de estudiantes, quienes están familiarizados con las herramientas digitales y demandan experiencias de aprendizaje más personalizadas y eficientes (Dellepiane, 2022).

Las carreras ofertadas en la Facultad de Ingeniería Química, como disciplinas altamente técnicas, requieren de herramientas y métodos que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades de análisis, resolución de problemas y pensamiento crítico de manera más efectiva (Meseguer & López, 2017). La implementación de la IA en los procesos educativos podría ser una solución innovadora para abordar estos desafíos, pero su impacto en el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería Química aún no ha sido suficientemente explorado (Garrido, 2020).

La inteligencia artificial está transformando radicalmente la forma en que enseñamos y aprendemos. En su libro, Dellepiane (2022) explora cómo esta tecnología puede romper con los modelos educativos tradicionales y ofrecer experiencias de aprendizaje más significativas. Al combinar la IA con otras herramientas digitales, los docentes pueden crear entornos de aprendizaje inmersivos que fomentan la creatividad y la resolución de problemas.

Meseguer y López (2017) describen la inteligencia artificial como la creación de sistemas con la capacidad de aprender de manera autónoma a partir de datos y experiencias. Estos sistemas utilizan algoritmos y modelos computacionales para mejorar su desempeño a lo largo del tiempo y tomar decisiones cada vez más precisas. Según Garrido (2020), la inteligencia artificial se sustenta en una amplia gama de disciplinas, desde las ciencias de la computación hasta la robótica.

Este conjunto de conocimientos permite desarrollar herramientas y sistemas capaces de adaptar los procesos de enseñanza y aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante, ofreciendo experiencias educativas más personalizadas y eficientes.

La pandemia puso de manifiesto la urgencia de desarrollar competencias digitales en el profesorado, especialmente en aquellos que se vieron obligados a migrar rápidamente a la enseñanza en línea. Como señalan Montero y Gallur (2023), la falta de experiencia en la enseñanza a distancia y la limitada competencia digital fueron obstáculos significativos para muchos docentes. Sin embargo, esta crisis también ha acelerado la adopción de tecnologías innovadoras, como la inteligencia artificial, que pueden ayudar a superar estos desafíos y ofrecer nuevas oportunidades para la personalización del aprendizaje.

Diversas investigaciones han demostrado el creciente interés en el potencial de la inteligencia artificial (IA) para transformar la educación. Incio et al. (2022) destacan que la implementación de la IA en la educación no se limita a la adquisición de tecnología, sino que requiere de un enfoque holístico que considere tanto los aspectos técnicos como los pedagógicos. De lo contrario, los beneficios esperados podrían no materializarse. Estudios previos han explorado cómo la IA, a través de técnicas como el aprendizaje automático y el procesamiento de datos masivos, puede optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se han centrado en áreas como el derecho (González & Julián, 2024).

Espinosa, Bravo, Romero y Balarezo (2022) destacan que el potencial de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior va más allá de la detección de plagio, fomentando la creatividad y promoviendo prácticas éticas. A partir de la revisión de diversos estudios, se observa una evolución en el uso de la IA para preservar la originalidad y la integridad académica, lo que abre nuevas posibilidades en la formación de individuos responsables en la era digital. Sin embargo, subrayan que la IA debe ser vista como una herramienta complementaria, no como un sustituto del aprendizaje.

La IA está revolucionando múltiples sectores, desde la industria hasta la salud, y la educación no escapa a esta transformación. La incorporación de la IA en los procesos educativos representa una oportunidad única para innovar y mejorar la calidad de la enseñanza. En el contexto de la Facultad de Ingeniería Química, donde la demanda por profesionales altamente capacitados es cada vez mayor, la implementación de herramientas basadas en IA puede optimizar los procesos de aprendizaje y promover el desarrollo de habilidades clave para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas complejos y la capacidad de adaptarse a un entorno laboral en constante evolución.

En cuanto a la implementación de este tipo de herramientas en la educación superior, se puede enfatizar que tiene el potencial de mejorar significativamente el rendimiento académico de los estudiantes. Al ofrecer herramientas personalizadas y adaptadas a las necesidades individuales de cada alumno, la IA puede facilitar la comprensión de conceptos complejos, fomentar la participación y optimizar el tiempo de estudio. Además, la IA puede proporcionar a los docentes información valiosa sobre el progreso de sus estudiantes, lo que les permite identificar áreas de mejora y ajustar sus estrategias de enseñanza en consecuencia.

A pesar de las promesas de la IA en la educación, existe una necesidad urgente de investigar su impacto específico en diferentes disciplinas y contextos. Si bien numerosos estudios han explorado el potencial de la IA en la educación en general, se requiere de más investigación para comprender cómo esta tecnología puede beneficiar a estudiantes de carreras altamente técnicas como las ofertadas en la Facultad de Ingeniería Química. En línea con esto, la UNESCO (2022b) subraya que la implementación de la IA debe ser complementaria al rol del docente, potenciando sus capacidades y evitando su sustitución.

En particular, es necesario evaluar el impacto de la IA en el desarrollo de habilidades específicas de esta disciplina, como el análisis de datos, la simulación de procesos y el diseño de equipos. Este estudio busca contribuir a llenar este vacío de conocimiento al evaluar el impacto del uso de la IA en el rendimiento académico de estudiantes de la Facultad de Ingeniería Química en asignaturas de tronco común.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio adoptó un enfoque mixto con un diseño secuencial explicativo, combinando la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos para evaluar el impacto del uso de la inteligencia artificial (IA) en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil. La investigación se diseñó para ser aplicable a contextos educativos similares, permitiendo una generalización de los hallazgos más allá de la institución específica.

En la primera fase cuantitativa, se aplicaron encuestas a estudiantes que avanzaron del primer al segundo semestre tras aprobar las asignaturas de tronco común. Las encuestas contenían preguntas cerradas con escalas de Likert para evaluar la frecuencia de uso de herramientas de IA y la percepción de su impacto en el rendimiento académico. Se incluyeron preguntas como "¿Con qué frecuencia utiliza herramientas de IA en sus actividades académicas?" y "¿En qué medida considera que el uso de IA ha mejorado su desempeño académico?".

La población objeto de estudio estuvo compuesta por estudiantes matriculados en primer semestre de las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería de la Producción y Gastronomía. En total, 392 estudiantes formaron parte del estudio. La muestra utilizada para la fase cuantitativa incluyó a los estudiantes que, tras aprobar las asignaturas de tronco común, avanzaron al segundo semestre. Las asignaturas consideradas fueron Herramientas Digitales I, Lenguaje y Comunicación, y Democracia, Ciudadanía y Globalización, todas ellas compartidas por las diferentes carreras dentro de la Facultad de Ingeniería Química.

Tabla 1. Uso de la inteligencia artificial en estudiantes de primer semestre.

Frecuencia de uso de IA en actividades académica	Estudiantes encuestados	%
Nunca	55	14.07 %
Rara vez	85	21.74 %
Ocasionalmente	95	24.30 %
Frecuentemente	94	24.04 %
Siempre	62	15.86 %
Total	392	100%

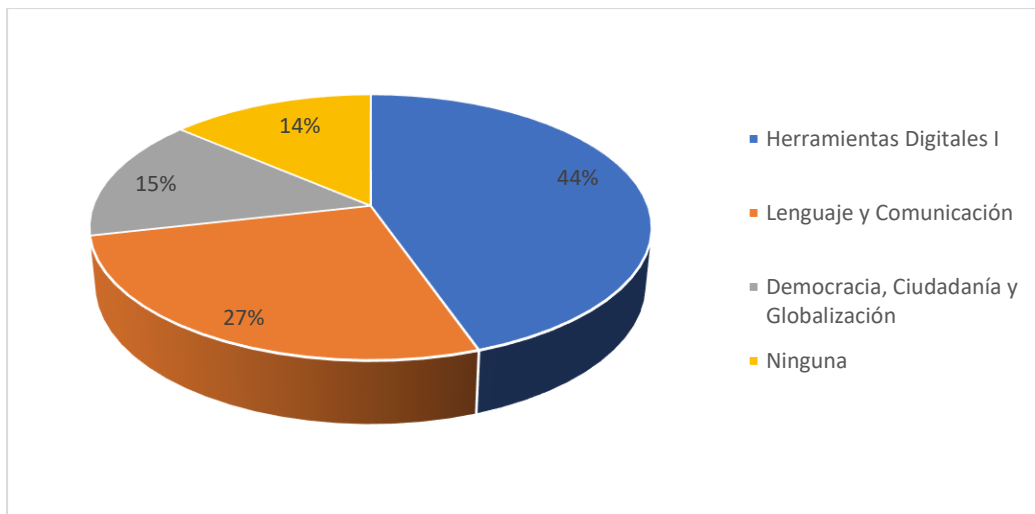
Nota: Los resultados mostrados surgen de la encuesta aplicada a los estudiantes que estaban matriculados en primer semestre en la Facultad de Ingeniería Química durante el Ciclo Académico CII 2023-2024.

En la fase cualitativa, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los docentes de las asignaturas de tronco común, con el propósito de explorar sus percepciones sobre el uso de la IA en el aula. Las entrevistas permitieron obtener una comprensión más detallada de cómo las herramientas de IA están siendo integradas en la enseñanza y de su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Las preguntas de las entrevistas incluyeron temas como "¿Cómo ha integrado herramientas de IA en su enseñanza?" y "¿Qué cambios ha observado en el rendimiento de los estudiantes desde la implementación de IA?".

Para el análisis de los datos cuantitativos, se emplearon técnicas estadísticas para identificar posibles correlaciones entre el uso de IA y el rendimiento académico. Se compararon los resultados de los estudiantes que emplearon herramientas de IA con los de aquellos que no lo hicieron en las asignaturas de tronco común. Las asignaturas donde el uso de IA fue percibido como más útil para mejorar el rendimiento académico incluyeron Herramientas Digitales I, Lenguaje y Comunicación, y Democracia, Ciudadanía y Globalización.

En la fase cualitativa, se realizó un análisis de contenido de las entrevistas, identificando patrones y temas recurrentes. Este análisis permitió contextualizar los resultados obtenidos en la fase cuantitativa y proporcionar explicaciones sobre las percepciones y experiencias de los docentes en relación con el uso de la IA en el aula.

Gráfico 1. Asignatura en la que la IA fue más útil para mantener un buen rendimiento académico.



Nota: Datos obtenidos a partir de la encuesta realizada a los estudiantes que se matricularon a segundo semestre en la Facultad de Ingeniería Química CI 2024-2025.

Los resultados cuantitativos mostraron que la asignatura "Herramientas Digitales I" fue la más beneficiada por el uso de la IA, con un alto porcentaje de estudiantes reportando mejoras significativas en su rendimiento académico. Los datos cualitativos respaldaron estos hallazgos, con los docentes destacando la utilidad de la IA para personalizar el aprendizaje y mejorar la comprensión de conceptos complejos.

Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los participantes, y se obtuvo el consentimiento informado de todos los estudiantes y docentes involucrados en el estudio. Además, se aseguró que la implementación de la IA respetara los principios éticos y pedagógicos, promoviendo un uso responsable y beneficioso de la tecnología en el ámbito educativo.

El diseño mixto secuencial explicativo permitió obtener una visión holística sobre el impacto de la IA en el rendimiento académico de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Química. Los datos cuantitativos proporcionaron una base sólida para medir este impacto, mientras que el análisis cualitativo permitió profundizar en las razones detrás de los resultados, ofreciendo así una comprensión más completa del fenómeno investigado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se observó que la asignatura "Herramientas Digitales I" fue la más beneficiada por el uso de la inteligencia artificial (IA) en todas las carreras analizadas. Los estudiantes de las cuatro carreras participantes indicaron que la IA mejoró significativamente su desempeño en esta asignatura, lo que subraya la relevancia de integrar tecnologías avanzadas en materias con un componente tecnológico fuerte. Este hallazgo respalda la hipótesis de que la IA puede potenciar el aprendizaje en asignaturas donde las competencias digitales y el manejo de herramientas tecnológicas juegan un papel crucial.

Para priorizar el análisis cuantitativo, se realizó un análisis bivariado utilizando la prueba de chi-cuadrado para determinar si existía una asociación significativa entre el uso de IA y el rendimiento académico. Los datos se agruparon en una tabla de contingencia que comparaba el número de estudiantes que encontraron útil la IA en cada asignatura con aquellos que no lo hicieron.

Tabla 2. Uso de la inteligencia artificial en estudiantes de primer semestre.

Asignatura	Estudiantes	Porcentaje (%)
Herramientas Digitales I	150	38.27
Lenguaje y Comunicación	90	22.96
Democracia, Ciudadanía y Globalización	50	12.76
Ninguna	46	11.73
Total	392	100

Nota: La asignatura "Herramientas Digitales I" tuvo el mayor número de estudiantes que utilizaron IA debido a su enfoque en el uso de herramientas tecnológicas y competencias digitales, lo que naturalmente facilita la integración de tecnologías avanzadas como la IA. Los estudiantes en esta asignatura están más expuestos a aplicaciones prácticas de IA, lo que les permite experimentar directamente sus beneficios en el aprendizaje y la resolución de problemas. Además, la naturaleza técnica de "Herramientas Digitales I" hace que la IA sea particularmente relevante y útil, incentivando a los estudiantes a adoptar estas tecnologías para mejorar su rendimiento académico.

La relación entre el uso de IA y las tasas de aprobación muestra una tendencia clara: las carreras con un mayor porcentaje de estudiantes que encontraron útil la IA en "Herramientas Digitales I" registraron también una mayor tasa de aprobación en dicha asignatura. Esto fue particularmente evidente en las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería de la Producción, donde se observó un avance significativo al segundo semestre de los estudiantes que utilizaron la IA con mayor frecuencia. Este resultado sugiere que el uso de IA no solo mejora el rendimiento académico, sino que también aumenta la probabilidad de que los estudiantes avancen de manera satisfactoria en sus estudios, consolidando así la importancia de las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, se identificó un impacto positivo generalizado en el rendimiento académico, lo que refuerza la idea de que la implementación de IA puede ser un factor clave en la mejora de las tasas de aprobación. La correlación entre el uso de la IA y el rendimiento en las asignaturas de tronco común, particularmente en "Herramientas Digitales I", destaca la necesidad de promover la integración de estas tecnologías en más asignaturas. Para profundizar en estos resultados, se recomienda realizar estudios más amplios y detallados, abarcando otras materias y programas académicos, con el fin de confirmar la relación directa entre el uso de IA y el éxito académico.

En comparación con estudios previos, estos hallazgos coinciden con investigaciones que demuestran que la tecnología puede ser un facilitador clave en la educación superior, particularmente en el contexto de asignaturas técnicas y científicas. Sin embargo, a diferencia de otros estudios que reportan un impacto moderado de la IA en el rendimiento académico, los resultados aquí presentados muestran una correlación más fuerte y directa, lo que podría deberse a las características específicas de las asignaturas involucradas y al contexto académico en el que se desarrollaron.

En concordancia con todo lo detallado, este estudio contribuye al conocimiento teórico y práctico al destacar la importancia de la IA como herramienta educativa. Además, plantea la necesidad de capacitar a los docentes en el uso eficaz de la IA para maximizar sus beneficios en el aula. La innovación en el uso de IA no solo abre nuevas perspectivas para la enseñanza y el aprendizaje, sino que también plantea retos importantes para la formación docente. Esto subraya la pertinencia de continuar investigando sobre el impacto de las tecnologías emergentes en el rendimiento académico y en la gestión educativa, posicionando este

trabajo como un aporte significativo en el campo de la educación superior en Ecuador.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que la inteligencia artificial (IA) tiene un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de la Facultad de Ingeniería Química, especialmente en asignaturas como "Herramientas Digitales I". La correlación entre el uso de IA y el aumento en las tasas de aprobación y avance al siguiente semestre demuestra que la IA no solo facilita el aprendizaje, sino que también potencia la capacidad de los estudiantes para manejar y aplicar conocimientos en contextos tecnológicos.

Desde un enfoque más amplio, la convergencia de la IA y las TIC en la educación superior ha abierto nuevas posibilidades para transformar disciplinas como Democracia, Herramientas Digitales y Lenguaje y Comunicación. Este estudio mostró cómo la IA puede enriquecer la experiencia de aprendizaje en estas áreas, especialmente en campos donde la toma de decisiones basada en datos y la capacidad de analizar información son esenciales. La capacidad de la IA para proporcionar respuestas rápidas, precisas y personalizadas permite a los estudiantes no solo mejorar su rendimiento, sino también adquirir nuevas habilidades de análisis crítico y resolución de problemas.

En términos de implicaciones prácticas, se concluye que la implementación adecuada y responsable de la IA en el ámbito universitario tiene el potencial de mejorar la experiencia educativa, incrementar la eficiencia institucional y ofrecer a los estudiantes una formación más personalizada según sus necesidades individuales. Sin embargo, esta integración debe realizarse con un enfoque ético, priorizando el bienestar de los estudiantes y asegurando que la tecnología se alinee con los valores y principios de la educación universitaria. Además, es esencial que los docentes reciban la formación necesaria para utilizar estas herramientas de manera efectiva, maximizando su potencial en el aula.

Finalmente, la retroalimentación de los estudiantes resalta la capacidad de la IA para complementar y enriquecer su aprendizaje, brindando acceso a información precisa y permitiéndoles reconfigurar y ampliar sus conocimientos previos. Esto sugiere que la IA no solo apoya

el proceso educativo, sino que también promueve la generación de nuevos paradigmas en el pensamiento y la comprensión de los estudiantes, lo que refuerza su valor como herramienta educativa transformadora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, R. M. de L., & Frigotto, G. (2015). Práticas pedagógicas e ensino integrado. *Revista Educação Em Questão*, 52(38), 61-80. <https://doi.org/10.21680/1981-1802.2015v52n38ID7956>
- Arocena, R., Goransson, B., & Sutz, J. (2017). *Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems: Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-64152-2>
- Camacho, M. U., Tambasco, P., & Martínez, S. (2023). El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, 15, 1-20. <https://doi.org/10.6018/riite.584501>
- Dellepiane, P. (2022). Book Review: Potencialidades didácticas de la Inteligencia Artificial. *Mediaciones tecnológicas para una enseñanza disruptiva*.
- Espinosa, W. E. C., Bravo, V. B., Romero, M. E. Y., & Balarezo, C. E. B. (2022). Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la Preservación de la Originalidad y la Integridad Académica en estudiantes Universitarios. *Journal of Science and Research*, 7(2), 179-200. <https://doi.org/10.12957/e-mosaicos.2021.63632>
- Fernández Laya, N., & Salvatierra, F. (2024). *Construir el futuro: La IA en las políticas educativas*. UNESCO IIEP Buenos Aires. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391418>
- Gallur, S., & Lora, M. A. M. (2024). Perspectivas estudiantiles en República Dominicana sobre uso de la tecnología en la Educación Superior, 2023. *Atenas*, (62 (enero-diciembre) En edición).
- García-Vélez, A., & Rodríguez, M. (2021). The role of AI in personalized learning experiences in higher education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(1), 45-67. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00210-5>

- Garrido, Á. (2020). Los avances de la inteligencia artificial. In Los avances de la Inteligencia Artificial. Dykinson. <https://www.torrossa.com/en/resources/an/4647392>
- González-Trejo, C. A., & Julián-Ortega, K. J. (2024). La inteligencia artificial y su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, 3(1), 37-44. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11012-0>
- Incio, F., Capuñay, D., Estela, R., Valles, M., Vergara, S., & Elera, D. (2022). Inteligencia artificial en educación: una revisión de la literatura en revistas científicas internacionales. *Apuntes Universitarios*, 12(1), 353-372. https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Incio-Flores/publication/356790002_Artificial_intelligence_in_education_a_review_of_the_literature_in_international_scientific_journals/links/61ada694ca2d401f27cb01b3/Artificial-intelligence-in-education-a-review-of-the-literature-in-international-scientific-journals.pdf
- Lugo, M. T. (2024). Nudos críticos y oportunidades de la IA para los sistemas educativos de América Latina. En F. Salvatierra & N. Fernández Laya (Eds.), *Construir el futuro: La IA en las políticas educativas* (pp. 10-12). UNESCO IIEP Buenos Aires. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391418>
- Meseguer, P., & López, R. (2017). Inteligencia artificial. Editorial Los Libros De La Catarata. https://books.google.com.ec/books/about/Inteligencia_artificial.html?id=TtSLEAAQBAJ&redir_esc=y
- Ripani, F. (2024). Nuevas fronteras posibles: Desafíos emergentes en la enseñanza y alternativas de reinención. En F. Salvatierra & N. Fernández Laya (Eds.), *Construir el futuro: La IA en las políticas educativas* (pp. 16-20). UNESCO IIEP Buenos Aires. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391418>
- UNESCO(Ed.) (2022b). K-12 AI curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula. <https://bit.ly/3B6f6xi>

CAPÍTULO XIV

APLICACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE: UN ESTUDIO EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD AZCAPOTZALCO

**Application of Generative Artificial Intelligence in Teaching and Learning
Processes: A Study at the Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco
Campus**

RAFAEL ÁNGELES GARCÍA¹

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo implementar herramientas de inteligencia artificial (IA) generativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, para mejorar las tasas de eficiencia terminal y reducir la deserción escolar. Para ello, se capacitaron docentes en el uso de IA generativa, se diseñó una licenciatura en IA y se crearon estrategias transversales para integrar estas tecnologías en los programas de estudio. Además, se implementó un modelo de asesorías personalizadas para estudiantes en riesgo, utilizando ChatGPT. Los métodos incluyeron capacitaciones, foros y pilotajes en aulas digitales intervenidas con IA. Se registraron más de 4000 personas capacitadas en el uso de IA, incluidos 96 docentes de la UAM. La licenciatura en IA está en proceso de aprobación y las estrategias

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Correo: agrafael17@gmail.com

transversales están siendo implementadas en los programas de licenciatura y posgrado. Los resultados preliminares mostraron una aceptación positiva por parte del profesorado y una mejora en la personalización del aprendizaje. El uso de la IA en el ámbito educativo mexicano se plantea como un complemento que podría transformar la enseñanza y el aprendizaje, adaptando los procesos académicos a las necesidades de una sociedad digitalizada.

Palabras clave: Inteligencia Artificial Generativa, Procesos de enseñanza- aprendizaje, Capacitación docente, Asesorías personalizadas, Licenciatura en Inteligencia Artificial, Estrategias transversales.

ABSTRACT

The study aimed to implement generative artificial intelligence (AI) tools in the teaching and learning processes at Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, to improve graduation rates and reduce school dropout. Faculty members were trained in the use of generative AI, a bachelor's degree in AI was designed, and cross-cutting strategies were created to integrate these technologies into the study programs. Additionally, a model of personalized tutoring for at-risk students was implemented using ChatGPT. The methods included training sessions, forums, and pilot programs in digitally enhanced classrooms. More than 4,000 people were trained in the use of AI, including 96 UAM faculty members. The bachelor's degree in AI is in the approval process, and cross-cutting strategies are being implemented in undergraduate and graduate programs. Preliminary results showed positive acceptance by faculty members and improvements in personalized learning. The use of AI in the Mexican educational context is proposed as a complement that could transform teaching and learning, adapting academic processes to the needs of a digitalized society.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Teaching and learning processes, Teacher training, Personalized tutoring, Bachelor's degree in Artificial Intelligence, Cross-cutting strategies.

INTRODUCCIÓN

Imagina una clase donde cada estudiante recibe asesoría personalizada, a su propio ritmo, y con materiales ajustados a sus necesidades particulares, todo esto facilitado por una Inteligencia Artificial que no se cansa, ni comete errores de cálculo, ni olvida los puntos clave. Este no es un escenario futurista, sino una posibilidad real que la inteligencia artificial generativa ya está haciendo tangible en diversas instituciones educativas a nivel global. En este contexto, surge la pregunta: ¿cómo podemos aplicar estas tecnologías emergentes para enfrentar problemas estructurales en la educación, como la deserción escolar y la baja eficiencia terminal, en instituciones de educación superior en México?

En la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, se ha identificado la necesidad de integrar nuevas herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza- aprendizaje para mejorar estos indicadores críticos. Esta investigación se enfoca en la implementación de herramientas de inteligencia artificial generativa para personalizar el acompañamiento educativo y aumentar la efectividad de la enseñanza. Existen antecedentes clave que refuerzan este enfoque, como los estudios del Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, que resaltan el potencial de la IA para optimizar la enseñanza. Además, nuestro propio trabajo en el libro *El Futuro de la Inteligencia Artificial* ha evidenciado que la IA generativa puede ser aplicada para personalizar contenidos y asesorías, lo que mejora la retención de los estudiantes.

La problemática actual radica en que, a pesar de los avances tecnológicos disponibles, muchos estudiantes siguen enfrentando dificultades para finalizar sus estudios. Esto se debe a factores como la falta de acompañamiento individualizado y la carencia de estrategias pedagógicas innovadoras que aprovechen las herramientas tecnológicas modernas (Martínez y Efraín, 2021). En México, la educación superior enfrenta tasas alarmantes de deserción, lo que impide que muchos jóvenes alcancen su potencial académico y profesional.

El propósito de este estudio es implementar un modelo de integración de IA generativa en los procesos educativos, desde la capacitación docente hasta la creación de una licenciatura en IA, con el fin de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la UAM Azcapotzalco. Como objetivos específicos, se busca capacitar a la planta docente en el uso de IA, diseñar un programa académico orientado a la formación de especialistas en IA, y desarrollar un sistema de asesorías personalizadas para estudiantes en riesgo de deserción. La hipótesis

central plantea que la implementación de IA generativa en los procesos educativos incrementará las tasas de eficiencia terminal y disminuirá la deserción escolar, al facilitar el aprendizaje adaptativo y mejorar el acompañamiento a los estudiantes.

Esta investigación es relevante porque propone un cambio transformador en la educación superior, con un enfoque interdisciplinario que aprovecha las tecnologías de IA emergentes para mejorar la calidad y la personalización de la enseñanza. Los resultados esperados podrían tener implicaciones profundas no solo para la UAM Azcapotzalco, sino también para otras instituciones que enfrenten desafíos similares en el contexto educativo mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque metodológico

Este estudio utilizó una metodología mixta, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos para explorar las implicaciones de implementar herramientas de inteligencia artificial (IA) generativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco (UAM-A). La investigación abarcó tanto la recolección de datos numéricos sobre la participación y el impacto de las capacitaciones como el análisis cualitativo de las percepciones del profesorado sobre el uso de IA en su práctica docente. Aunque se proyecta utilizar IA para asesorar a estudiantes en riesgo de deserción, el modelo está en desarrollo y aún no se han identificado los alumnos específicos para esta intervención.

Población y muestra

La población de estudio consistió en dos grupos principales: los docentes de la UAM-A y los usuarios del público en general de nuestra plataforma de cursos asíncronos relacionados con Inteligencia Artificial. En el caso del profesorado, se realizó una convocatoria abierta para participar en cursos de capacitación sobre IA generativa, obteniendo una muestra de 96 docentes voluntarios que participaron en el curso "ChatGPT: Usos de IA generativa en la docencia". Este grupo formó la base para evaluar el impacto de la capacitación en su percepción y aplicación de IA en el aula. Para el caso del curso IA: Aprende a usar Chat GPT la muestra es de 4,000 personas reclutadas de forma voluntaria.

Aunque aún no se ha implementado el programa de asesorías personalizadas para los estudiantes en riesgo de deserción, el estudio incluye el desarrollo de un modelo basado en GPT personalizado, que se utilizará para identificar y asesorar a estos estudiantes en el futuro. En esta fase del proyecto, la investigación se centró en el diseño y pruebas preliminares del modelo.

Diseño del estudio

El estudio se diseñó con un enfoque cuasi-experimental, donde los efectos de la intervención fueron medidos a través de interacciones pre y post-intervención en el grupo de docentes capacitados. Se buscó evaluar su conocimiento, percepción y capacidad para integrar herramientas de IA generativa en sus clases antes y después de la capacitación. Aunque la intervención con los estudiantes en riesgo aún no ha iniciado formalmente, se está desarrollando el modelo de GPT personalizado para brindar asesorías automáticas una vez que se identifique a los estudiantes adecuados.

Procedimientos

El estudio se desarrolló en las siguientes fases:

Capacitación del profesorado: Se llevaron a cabo cursos intensivos sobre el uso de IA generativa en la educación, con un enfoque en herramientas como ChatGPT, DALL-E, y otras plataformas como Canva, Eleven Labs, y CapCut. La capacitación incluyó módulos teóricos y prácticos, en los que los docentes exploraron cómo utilizar estas herramientas para crear contenido didáctico interactivo y mejorar la enseñanza en sus respectivas disciplinas.

Desarrollo del modelo de GPT personalizado: Se inició el diseño de un modelo de GPT adaptado específicamente para brindar asesorías académicas a estudiantes en riesgo de deserción. Aunque el modelo está en desarrollo y los estudiantes aún no han sido identificados, este sistema se diseñará para ofrecer orientación personalizada y resolver dudas en tiempo real, utilizando las capacidades de IA generativa basado en los principios del machine learning y la construcción de una base de datos que alimente al modelo de acuerdo a los principios de utilidad de la IA en estos casos (Rodríguez, 2018).

Estrategias transversales: El proyecto también contempló la integración de IA generativa en los programas de estudio de licenciaturas y posgrados de la UAM-A, una propuesta documental para su adopción

institucional futura.

Fuentes y recolección de información

La recolección de datos se realizó a través de las siguientes fuentes:

Interacciones pre y post-capacitación: A los docentes participantes se les aplicaron cuestionarios antes y después de los cursos de capacitación para evaluar su percepción y conocimiento sobre el uso de IA generativa en la docencia.

Datos sobre el desarrollo del modelo de GPT: Aunque los datos sobre los estudiantes en riesgo no estaban disponibles en esta etapa, se documentaron los avances en la programación del modelo de GPT y las funcionalidades esperadas para las asesorías personalizadas.

Análisis de los datos

El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando métodos cuantitativos y cualitativos. Para los datos cuantitativos, se realizaron análisis descriptivos e inferenciales de los resultados de las encuestas, calculando medias y desviaciones estándar, y aplicando pruebas t para muestras relacionadas. Esto permitió evaluar la evolución del conocimiento y las percepciones de los docentes antes y después de la intervención.

El análisis cualitativo de las entrevistas se realizó mediante un proceso de codificación temática, donde se identificaron categorías clave relacionadas con la adopción y los desafíos percibidos en el uso de IA generativa en la docencia. También se documentaron las observaciones y retroalimentación sobre el desarrollo del modelo de GPT personalizado para asesorías.

Herramientas tecnológicas

Las principales herramientas tecnológicas empleadas en esta investigación incluyen:

ChatGPT: Utilizado para la creación de contenido didáctico y, en una fase futura, para el desarrollo de asesorías personalizadas a estudiantes en riesgo.

DALL-E: Aplicado en la creación de imágenes y recursos visuales para los materiales educativos.

Canva, CapCut y Adobe Podcast: Utilizadas en la producción de contenido multimedia y la presentación de material pedagógico.

Asana, Notion y HeyGen: Plataformas utilizadas para la gestión de las tareas y el seguimiento de las actividades relacionadas con la capacitación y el desarrollo del modelo de GPT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los principales hallazgos del estudio fue el cambio significativo en la percepción de los académicos de la UAM-A respecto al uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) generativa. Antes de participar en las capacitaciones, muchos docentes expresaron incertidumbre y escepticismo sobre la integración de estas tecnologías en sus procesos de enseñanza. Sin embargo, tras completar el curso "ChatGPT: Usos de IA generativa en la docencia", se observó un cambio notorio en sus opiniones. Un alto porcentaje de los docentes reportó que, además de adquirir competencias técnicas, se sintieron motivados para implementar estas herramientas en sus propias aulas. Este cambio de actitud fue cuantificado dando como resultado que el 85% de los participantes indicaron una mejora en su confianza para usar IA generativa, y el 50% manifestó su intención de integrarla en sus clases.

Otro resultado importante fue el lanzamiento de un programa piloto para dar seguimiento a la implementación de IA en las aulas. Se estableció un sistema de monitoreo para evaluar cómo los académicos están utilizando estas tecnologías y el impacto que tienen en el aprendizaje de los estudiantes. Este programa de seguimiento se encuentra en marcha y ha recopilado información preliminar sobre las primeras experiencias de los docentes. Algunos han comenzado a utilizar ChatGPT como apoyo en la tutoría de estudiantes, mientras que otros han experimentado con DALL-E y otras herramientas de creación de contenido interactivo para enriquecer las presentaciones y materiales didácticos.

Paralelamente, se lanzó una convocatoria interna para la creación de aulas virtuales que utilicen IA generativa, con el fin de expandir el uso de estas herramientas a un mayor número de asignaturas y programas. Esta convocatoria ha generado interés en la comunidad académica, con propuestas que abarcan desde la creación de materiales automatizados hasta el diseño de entornos de aprendizaje personalizados utilizando IA.

La conclusión cardinal de este estudio es que la capacitación en IA generativa no solo cambia la percepción de los docentes hacia estas

herramientas, sino que también genera un impulso tangible para su implementación en los procesos de enseñanza. Los resultados preliminares muestran que, cuando los docentes reciben formación adecuada, están dispuestos a explorar nuevas metodologías y recursos que mejoren la experiencia educativa. Este hallazgo es consistente con estudios previos, como los realizados por el Observatorio de Innovación Educativa del Tec de Monterrey, que han resaltado la importancia de la capacitación continua para la adopción exitosa de nuevas tecnologías en el aula (Observatorio de Innovación Educativa, 2023).

La novedad científica de este estudio radica en el enfoque interdisciplinario y la aplicación práctica de IA generativa en un contexto educativo mexicano. Mientras que otras investigaciones han explorado el uso de IA en la educación, el presente estudio aporta evidencia empírica sobre el cambio de percepción y la adopción de estas tecnologías en un contexto universitario público. El impacto del programa de seguimiento y la convocatoria para la creación de aulas virtuales sugiere que la IA puede integrarse de manera eficaz en diferentes áreas académicas, desde la tutoría hasta la creación de materiales interactivos.

Uno de los aspectos más controversiales que surge de este estudio es el debate sobre la dependencia de los estudiantes y académicos en las herramientas de IA. Aunque algunos docentes expresaron preocupaciones sobre el uso excesivo de IA en el aula, los resultados indican que, con una implementación adecuada, la IA puede complementar la enseñanza sin reemplazar el papel crítico del docente en el proceso educativo. Este punto se alinea con estudios recientes que subrayan que la IA debe ser vista como un complemento a las habilidades pedagógicas tradicionales, no como un sustituto. Desde una perspectiva de gestión académica, este trabajo es altamente pertinente. La integración de IA en los planes de estudio y la creación de aulas virtuales representa un avance significativo para la UAM- A, alineándose con las tendencias globales hacia una mayor digitalización de la educación. A largo plazo, este enfoque tiene el potencial de transformar la manera en que se enseña y aprende en la universidad, haciéndola más accesible y adaptativa a las necesidades de los estudiantes. Además, proporciona una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas de IA en contextos educativos más amplios.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio revelaron que la implementación

de herramientas de inteligencia artificial (IA) generativa en los procesos de enseñanza-aprendizaje tuvo un impacto positivo en la percepción y disposición de los docentes de la UAM-A para integrar estas tecnologías en sus aulas. La capacitación resultó ser un factor clave que no solo aumentó el conocimiento técnico de los académicos, sino que también motivó su adopción práctica, demostrando que la IA puede ser vista como un recurso valioso en la educación superior.

El objetivo principal del estudio, que consistía en explorar cómo la IA generativa podría mejorar los procesos educativos, fue cumplido en términos de preparación y disposición de los docentes para implementar estas tecnologías. Aunque la fase de intervención directa con estudiantes en riesgo de deserción aún está en desarrollo, los avances preliminares en el diseño de asesorías personalizadas mediante IA proporcionan una base sólida para futuras aplicaciones.

El criterio que se desprende de estos hallazgos es que la IA no debe considerarse una herramienta disruptiva que reemplaza al docente, sino como un complemento que potencia la enseñanza. La evidencia sugiere que, cuando los académicos reciben una formación adecuada y comprenden las capacidades de la IA, pueden transformarla en un recurso que facilita la personalización del aprendizaje, optimiza el tiempo de enseñanza y mejora la calidad del acompañamiento a los estudiantes. Este enfoque refuerza la relevancia de la capacitación continua en tecnologías emergentes como un pilar fundamental para la evolución del sistema educativo en la era digital.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Observatorio de Innovación Educativa. (2023, agosto 10). *Soluciones efectivas para la capacitación docente en la era digital*. Observatorio de Innovación Educativa del Tec de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/soluciones-capacitacion-docente/>
- Rodríguez, P. (2018). *Inteligencia artificial: Cómo cambiará el mundo (y tu vida)* (J. Rizzo, Trad.). Paidós. (Edición en español publicada en 2022).
- Serna Martínez, Raúl Efraín (2021). *Plataformas educativas: herramientas digitales de mediación de aprendizajes en educación*. Perú: Universidad César Vallejo. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8260402.pdf>

CAPÍTULO XV

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y EL DESARROLLO DE HABILIDADES BLANDAS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Artificial Intelligence and the Development of Soft Skills in University Students

ROUSLY ATENCIO GONZÁLEZ³⁶
GUILLERMO GRUNAUER ROBALINO³⁷
CARMEN CARBONELL GARCÍA³⁸
SABY BURGOS GOICOCHEA³⁹

RESUMEN

En la actualidad, las habilidades blandas son un eje fundamental en la empleabilidad y los procesos de trabajo. Por consiguiente, la formación universitaria debe fomentar su desarrollo en los estudiantes, sobre todo porque ahora el mundo está imbricado por las tecnologías inteligentes como la inteligencia artificial (IA). Desde esta premisa, se presentó este artículo con el propósito de describir cómo ha impactado la IA en el desarrollo de habilidades blandas en los estudiantes universitarios. En cuanto a la metodología, el artículo se desarrolló bajo un enfoque

³⁶ Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador. Correo: reatenciog@ube.edu.ec

³⁷ Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador. Correo: rgrunauer@ube.edu.ec

³⁸ Universidad César Vallejo, Perú. Correo: ccarbonell@ucv.edu.pe

³⁹ Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Correo: sburgos@unitru.edu.pe

cualitativo, hermenéutico y documental, con diseño bibliográfico. Se puede enunciar que, al optar por las capacidades que ofrecen los sistemas de IA para personalizar el aprendizaje, crear entornos de simulación inmersivos y analizar datos educativos, se logra potenciar las habilidades blandas. En conclusión, las universidades mediante este proceso, estarán fortaleciendo en los estudiantes universitarios sus capacidades para enfrentar un mundo cada vez más tecnologizado.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, tecnologías inteligentes, habilidades blandas, formación universitaria.

ABSTRACT

Currently, soft skills are a fundamental axis in employability and work processes. Consequently, university education must encourage its development in students, especially because the world is now intertwined with intelligent technologies such as artificial intelligence (AI). From this premise, this article is presented with the purpose of describing how AI has impacted the development of soft skills in university students. Regarding the methodology, the article is developed under a qualitative, hermeneutical and documentary approach, with a bibliographic design. It can be stated that, by opting for the capabilities offered by AI systems to personalize learning, create immersive simulation environments and analyze educational data, soft skills are enhanced. In conclusion, universities, through this process, will be strengthening their capacities in university students to face an increasingly technological world.

Keywords: Artificial Intelligence, smart technologies, soft skills, university training.

INTRODUCCIÓN

Las habilidades blandas, aluden a las competencias socioemocionales, interpersonales y de comunicación, puesto que se refieren a la capacidad personalísima de todo individuo de interactuar de manera efectiva y armoniosa con los demás. En el ámbito educativo, tales habilidades resultan fundamentales para promover un ambiente de aprendizaje positivo, colaborativo y flexible, aparte de que hoy día se “consideran un

eje fundamental en el proceso de empleabilidad” (Fuentes, Moreno, Rincón y Silva, 2021; p.59).

De allí que la universidad debe potenciar su formación a través del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, a diferencia de las habilidades duras o técnicas que especifican un trabajo o tarea, estas son más globales y difíciles de enseñar y evaluar de manera tradicional; es por ello que la Inteligencia Artificial (IA) ofrece nuevas oportunidades para abordar tales desafíos.

Sobre este punto, Norman (2023), siguiendo a Alan Turing, considerado uno de los padres de la inteligencia artificial, propone una definición de la IA como:

La habilidad de una máquina o programa de imitar capacidades lógicas de los seres humanos como razonamiento, creatividad y organización, que permite –mediante interacción con su entorno e información disponible–, su relacionamiento con la información a su alcance para la resolución de problemas orientados a un fin específico, que obedece a una orden externa. (p.4)

Puesto que la IA se basa en algoritmos y modelos matemáticos que permiten a las máquinas procesar información y aprender de ella, simulando procesos cognitivos como el aprendizaje, la resolución de problemas y la toma de decisiones, entre otras acciones. Por consiguiente, se puede decir que la inteligencia artificial consiste en hacer que las máquinas piensen y, hasta actúen, como los seres humanos.

Ahora bien, la incorporación de la inteligencia artificial en la enseñanza de habilidades blandas representa, desde todo punto de vista, una transformación significativa en el ámbito educativo, no solo a nivel de básica sino también el universitario, puesto que permite que el estudiante tenga una experiencia de aprendizaje más personalizada, lo cual estimula su autoaprendizaje y con ello el reforzamiento de las competencias organizativas, socioemocionales, comunicativas y relacionales de los estudiantes, que son fundamentales para el éxito personal y profesional en un futuro inmediato o mediano (Bolaño y Duarte, 2024; Carbonell, Burgos, Calderón y Paredes, 2023).

Es indiscutible decir que, mediante la relación entre estas dos categorías, habilidades e inteligencia artificial, se genera la posibilidad de enseñar, aprender y evaluar a nivel universitario, distintos tipos de competencias, gracias a las múltiples herramientas que ofrece la IA tales

como: las plataformas de aprendizaje personalizado y adaptativo, asistentes virtuales, herramientas de simulación y realidad aumentada, sistemas de retroalimentación automática, pruebas adaptativas, entre otras.

Estas herramientas, basadas en modelos computacionales pueden generar un impacto en la automatización de la labor educativa y docente, en términos de planificación de los aprendizajes, diseño de actividades didácticas, desarrollo de experiencias y análisis de la gestión de dichos aprendizajes (Menacho, Pizarro, Osorio, Osorio y León, 2024; Atencio, 2023). Además, adecuan la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante, aunado a que proporcionan ambientes de aprendizajes mucho más modernos en cuanto a la implementación de estrategias didácticas.

Con base en lo expuesto, se puede decir que el impacto de IA en el desarrollo de competencias y habilidades en el estudiante universitario es un tema de creciente interés en el ámbito educativo. La IA no solo está transformando la forma como se imparte la educación, sino que también está influyendo en las distintas habilidades que los estudiantes necesitan para tener éxito en el mercado laboral actual.

Es por ello que surge la motivación de indagar al respecto a partir de cuestionar: ¿Cómo influye la IA en el desarrollo de habilidades blandas en los estudiantes universitarios? A partir de esta interrogante, se desarrolla el presente artículo con el propósito de describir la influencia de la IA en el desarrollo de habilidades blandas en los estudiantes universitarios. No cabe duda de que, a medida que los estudiantes interactúan con sistemas de IA en el aula, tienen la oportunidad de desarrollar múltiples habilidades de manera práctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El artículo se basa en una investigación cualitativa desarrollada desde un enfoque hermenéutico documental. Su sentido e importancia radican en la capacidad del investigador para profundizar en la comprensión de los significados que emergen del fenómeno estudiado. Este análisis se realiza mediante un examen detallado de textos, considerando su propio marco de referencia (Quintana y Hermida, 2019).

Desde esta perspectiva, se generan nuevas interpretaciones y reflexiones que son fundamentales para el avance del conocimiento, ofreciendo una visión enriquecedora que trasciende los datos cuantitativos. Es importante señalar que el proceso hermenéutico documental estuvo guiado por un diseño bibliográfico. Se ejecutaron múltiples procedimientos de manera sistemática que permitieron la compilación, selección, ordenación, análisis e interpretación de los datos provenientes de los textos, considerados como unidades de observación. Para esta investigación, se seleccionaron producciones científicas y académicas presentadas en formato de artículo científico, específicamente aquellas accesibles a través de bases de datos digitales como Redalyc, Scielo, Scopus y Dialnet (Palella y Martins, 2015; Árias, 2012). La recopilación y procesamiento de datos implicó el desarrollo de técnicas como la observación, el análisis comparativo de documentos, la matriz de análisis de contenido y la codificación. Estas técnicas facilitaron la identificación y examen del contenido de los documentos seleccionados, así como la detección de términos, temas y conceptos agrupados por similitud. A partir de este análisis, se crearon nuevas categorías que reinterpretan el fenómeno estudiado. Finalmente, es esencial describir la matriz de análisis de contenido utilizada y el proceso de codificación realizado. La matriz proporciona un marco estructurado que permite organizar los datos y facilita la identificación de patrones significativos. La codificación no solo implica etiquetar los datos, sino también relacionarlos con las ideas centrales de la investigación. Este proceso iterativo garantiza que los hallazgos presentados estén fundamentados en un análisis riguroso y transparente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La IA ha penetrado de manera significativa en el ámbito universitario, transformando la forma en que se llevan a cabo no solo la enseñanza, sino también la investigación y la gestión administrativa. Esta revolución tecnológica ha generado un impacto profundo en las instituciones educativas, ofreciendo nuevas oportunidades y desafíos que requieren una adaptación constante.

En el ámbito académico, según Modi (2021), referenciado por Carbonell, Burgos, Calderón y Paredes (2023), la IA se vale del desarrollo de ciertos sistemas de aprendizaje como el aprendizaje automático, el aprendizaje profundo y el aprendizaje por refuerzo, como componentes para su funcionamiento, y con los que se puede personalizar la

experiencia educativa de cada estudiante y abordar problemas dinámicos y altamente complejos en distintos contextos (Menacho, et al., 2024). Mediante el análisis de datos, estos sistemas pueden identificar patrones de aprendizaje, fortalezas y debilidades de los estudiantes, y proporcionar recomendaciones personalizadas para optimizar su rendimiento académico. Además, la IA permite la creación de entornos virtuales de aprendizaje, la automatización de los procesos de evaluación y el acceso a recursos educativos en línea, que conjugados ofrecen experiencias interactivas y adaptativas, lo que mejora la participación y el compromiso de los estudiantes.

En el campo de la investigación universitaria, la IA ha revolucionado la forma en que se generan y analizan datos. Los algoritmos de IA, como refiere Fernández (2023), pueden procesar grandes volúmenes de información para identificar tendencias, realizar predicciones, descubrir nuevas perspectivas en diversas áreas del conocimiento; además de generar ideas para el desarrollo de un texto académico. Esta automatización de las tareas de investigación, aunque facilita la labor científica, tiene sus impactos en las distintas fases del proceso (Gallent, Zapata y Ortego, 2023). Sin embargo, ha impulsado avances significativos en múltiples disciplinas como la medicina, la ingeniería, las ciencias sociales y por supuesto, la propia educación, permitiéndoles a los investigadores abordar problemas complejos de manera más eficiente y precisa.

Además, como sostienen Rodríguez, Calderón Hurtado y Ocaña (2023) la IA, como aliada y herramienta tecnológica al servicio de la gestión e implementación de la educación, coadyuva el desarrollo eficiente y efectivo de la gestión administrativa en las universidades. En este sentido, los sistemas de IA tienen el poder para analizar grandes cantidades de datos institucionales e identificar patrones y tendencias, que ayuden a tomar decisiones estratégicas basadas en evidencia, generando proceso automatizando tareas repetitivas y la reingeniería u optimización de procesos y actividades en áreas como la admisión de estudiantes, la planificación académica, la gestión financiera, la atención al usuario, entre otros.

Sin embargo, esta revolución de la IA también plantea escenarios importantes para las universidades. La implementación exitosa de estas tecnologías para mejorar los procesos educativos y de enseñanza-aprendizaje, requiere una inversión significativa en infraestructura, capacitación del personal y garantías de datos precisos, seguros y de calidad. Además, para enfrentar estas limitaciones es necesario abordar las implicaciones éticas y sociales de la IA en el ámbito académico,

asegurando que su uso se realice de manera responsable, equitativa y transparente (Bolaño y Duarte, 2024).

En este contexto, es fundamental que las universidades desarrollen estrategias integrales para aprovechar el potencial de la inteligencia artificial en beneficio de la comunidad académica. Esto incluye la colaboración con empresas e instituciones de investigación para impulsar la innovación en IA, la formación de profesionales especializados en esta área, y el establecimiento de políticas y marcos regulatorios que promuevan un uso ético y responsable de la inteligencia artificial.

Tradicionalmente, un estudiante universitario ha sido definido como aquel individuo que cursa estudios superiores en una institución de educación universitaria, con el objetivo de obtener un título académico que le permita acceder a mejores oportunidades laborales. De allí que este se define por su condición académica particular y por el sentido que da a sus estudios, considerando que está y hace vida en un ámbito distinto al acostumbrado y donde tiene que socializar, adaptarse y tomar decisiones (Juárez y Silva, 2019; Dubet, 2005).

Sin embargo, con el avance de la inteligencia artificial y la automatización, las habilidades y conocimientos demandados en el mercado laboral esta conceptualización está experimentando un cambio significativo, lo que a su vez impacta en el perfil del estudiante universitario. En este nuevo escenario, el estudiante universitario se ha de caracterizar por apropiarse de nuevas competencias digitales que le permitan adaptarse a entornos tecnológicos en constante evolución, así como por su habilidad para trabajar con herramientas y plataformas digitales.

Estas nuevas competencias son inducidas por el fenómeno complejo de la big data, lo cual implica no solo la gestión del enorme volumen de datos que se genera constantemente y su tratamiento inteligente para derivar en conocimientos, sino también su almacenamiento estructurado. Por tanto, se espera que en esta nueva era de la educación digital el estudiante se apropie de tecnologías inteligentes y desarrolle habilidades conformes a la IA, como son: el análisis de datos, la programación, la realidad virtual, la realidad aumentada, el machine learning, entre otras (Marzal, 2023).

La redefinición del estudiante universitario desde el contexto de la inteligencia artificial también implica un cambio en la forma en que se concibe la educación universitaria. Las instituciones académicas, como sostiene el propio Marzal (2023), deben redimensionar sus parámetros pedagógicos y didácticos que les permita a sus programas de estudio

incluir contenidos y metodologías relacionadas con la inteligencia artificial y la automatización, o mejor aún, apropiarse modelos educativos emergentes como el machine learning, el deep learning, y los agentes de software conversacionales inteligentes mejor conocidos como chatbots.

Las habilidades blandas, se constituyen en conjunto de destrezas de carácter emocional relacionadas con la actividad social, con las que se hace frente a las demandas y desafíos que se dan en la cotidianidad (Machado y Rivera, 2023; Guerra, 2019). De allí que son atributos personales que afectan la forma en que se interactúa con los demás, así como la capacidad para trabajar de manera efectiva en equipo, comunicarse de manera clara tomar decisiones y resolver problemas de forma creativa.

Una de las habilidades blandas más importantes para los estudiantes universitarios en la era de la inteligencia artificial es la capacidad de pensamiento crítico. A medida que las máquinas asumen tareas rutinarias y procesos analíticos, es crucial que los estudiantes puedan analizar, evaluar y sintetizar información de manera crítica. En este sentido, el pensamiento crítico les posibilita para evaluar posturas, cuestionar suposiciones, identificar sesgos y tomar decisiones fundamentadas, habilidades que también son esenciales para navegar en un mundo cada vez más impulsado por las tecnologías inteligentes (Castillejo, 2022).

Otra habilidad esencial es la creatividad. Aunque la inteligencia artificial puede realizar tareas repetitivas de manera eficiente, sigue siendo incapaz de igualar la creatividad humana, considerando que ella es pensamiento original e imaginación productiva que posibilita la generación de ideas y conceptos, nuevos o interrelacionados, que producen soluciones únicas e innovadoras (Miranda, Quintana, Mamarandi y Yupa, 2024). Por consiguiente, los estudiantes que pueden pensar de manera innovadora, generar nuevas ideas y resolver problemas de forma no convencional tendrán una ventaja significativa en un entorno en el que la innovación es cada vez más valiosa.

La comunicación efectiva también es crucial en la era de la inteligencia artificial. Aunque hoy día se adopten tecnologías como la automatización y el aprendizaje automático, la capacidad de los estudiantes para comunicar sus ideas de manera clara y persuasiva sigue siendo determinante. La comunicación efectiva no solo implica ser capaz de expresar ideas verbalmente, sino también a través de medios escritos y digitales, así como la capacidad de interrelacionarse, escuchar activamente y colaborar con otros.

La colaboración y el trabajo en equipo son habilidades que seguirán siendo fundamentales en un entorno impulsado por la inteligencia artificial. En este sentido, los estudiantes deben desarrollar destrezas que les permitan trabajar de manera efectiva en equipos multidisciplinarios y colaborar con colegas de diferentes orígenes, así podrán tener una clara ventaja competitiva, sobre todo en un mundo donde las organizaciones integran cada vez más tecnologías avanzadas en sus operaciones.

La resolución de problemas es otra habilidad esencial que los estudiantes universitarios deben desarrollar en la era de la inteligencia artificial. Si bien las máquinas pueden ser excelentes para realizar cálculos y análisis complejos, todavía carecen de la capacidad humana para abordar problemas ambiguos, adaptarse a situaciones imprevistas y encontrar soluciones creativas a desafíos complejos.

Los retos de la educación universitaria actual, que son indiscutibles, están determinados por los cambios tecnológicos y sociales, y demandan el aprovechamiento de la tecnología misma (Carbonell, Burgos, Calderón y Paredes, 2023). A tenor de esto, se puede decir que la IA puede ser utilizada como una herramienta para potenciar diversos aspectos de la formación en los estudiantes universitarios como las habilidades blandas, ya que los prepara para enfrentar los desafíos del mundo profesional. Además, de que estas son cada vez más valoradas por los empleadores, ya que complementan las habilidades técnicas y contribuyen a la competitividad y éxito de una persona.

Otra manera que la IA puede contribuir al desarrollo de habilidades blandas es a través de simulaciones y juegos de realidad virtual. Estas plataformas que sumergen al estudiante en una experiencia de aprendizaje inmersiva son propiamente uno de los instrumentos más potentes para la educación moderna (Morales, Alejandro y Moran, 2024; Anacona, Millán y Gómez, 2019).

Estas herramientas que utilizan la IA para crear entornos virtuales que imitan situaciones del mundo real, permitiendo a los estudiantes practicar y desarrollar habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, empatía, la negociación o resolución de conflictos, el liderazgo en un entorno seguro y controlado y la toma de decisiones. Al interactuar con personajes virtuales o enfrentarse a desafíos simulados, los estudiantes pueden experimentar diferentes escenarios y recibir retroalimentación inmediata sobre su desempeño, lo que les permite aprender de forma práctica y dinámica.

Además de estas herramientas, existen múltiples recursos impulsados por IA que favorecen el fomento de las habilidades blandas

en contextos formativos universitarios. La IA puede proporcionar a los educadores información valiosa sobre el progreso de cada estudiante y sugerir intervenciones específicas para apoyar su desarrollo. Sin embargo, es importante reconocer que esta misma situación plantea desafíos y consideraciones éticas que exigen empleo regulado y responsable sobre todo en contextos de educación universitaria.

CONCLUSIÓN

La revolución de la IA en el ámbito universitario representó una oportunidad sin precedentes para mejorar la formación universitaria. Su impacto a todos los niveles de la universidad se volvió cada vez más evidente, redefiniendo el concepto de estudiante universitario e implicando un ajuste en las habilidades y competencias requeridas, así como en la forma en que se concibió la educación universitaria.

En un contexto formativo imbricado por la IA, se destacó que los estudiantes universitarios debieron estar preparados para desenvolverse en un entorno digitalizado y automatizado. Para ello, adquirieron no solo destrezas técnicas, sino también habilidades blandas que les permitieron enfrentar los desafíos y retos del mundo académico y profesional, tales como el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación efectiva, la colaboración, la resolución de problemas y una mentalidad de aprendizaje continuo.

En este ámbito, la IA brindó oportunidades significativas para el desarrollo de estas habilidades blandas en los estudiantes universitarios. Al optar por las capacidades de la IA para personalizar el aprendizaje, crear entornos de simulación inmersivos y analizar datos educativos, las universidades pudieron preparar a sus estudiantes para sobresalir y prosperar en un mundo impulsado por la tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anaconda, J., Millán, E. y Gómez, C. (2019). Aplicación de los metaversos y la realidad virtual en la enseñanza. [Application of metaverses and the virtual reality in teaching]. *Entre Ciencia e Ingeniería* 13(25), 59-67. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/ecei/v13n25/1909-8367-ecei-13-25-00059.pdf>

- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. [The Research Project. Introduction to scientific methodology]. Recuperado de <https://acortar.link/rOrIWA>
- Atencio, R. (2023). Inteligencia artificial en Educación. *Cienciamatria. Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 9(17), 2-3. Recuperado de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2542-30292023000200002
- Bolaño, M. y Duarte, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. [A systematic review of the use of artificial intelligence in education]. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51-63. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-75822024000100051
- Carbonell, C., Burgos, S., Calderón, O. y Paredes, O. (2023). La Inteligencia Artificial en el contexto de la formación educativa. [Artificial Intelligence in the educational training context]. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 6(12), 152-166. Recuperado de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2665-02822023000200152
- Castillejo, B. (2022). Inteligencia artificial y entornos personales de aprendizaje: atentos al uso adecuado de los recursos tecnológicos de los estudiantes universitarios. [Artificial intelligence and personal learning environments: attentive to the proper use of technological resources by university students]. *Educación*, 31(60), 9-24. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/7178/717876077001/html/>
- Dubet, F. (2005). Los estudiantes. CPU-e, *Revista de Investigación Educativa*, (1), 1-78. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2831/283121715008.pdf>
- Fernández, F. (2023). La inteligencia artificial y la escritura de artículos científicos. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 13(2). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-83062023000200221
- Fuentes, G., Moreno, L., Rincón, D., y Silva, M. (2021). Evaluación de las habilidades blandas en la educación superior. [Evaluation of soft

skills in higher education]. *Formación universitaria*, 14(4), 49-60. Recuperado de <https://acortar.link/hgWqEV>

Gallent, C., Zapata, A., y Ortego, J. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. [The impact of Generative Artificial Intelligence in higher education: a focus on ethics and academic integrity]. *RELIEVE*, 29(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91676028011>

Juárez, A. y Silva, C. (2009). La experiencia de ser universitario. [College experience]. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, (28), 6-30. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-53082019000100006

Machado, M. y Rivera, L. (2023). Importancia de las habilidades blandas en el proyecto de vida de los estudiantes de educación básica media. [Importance of soft skills in the life project of middle school students]. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, (21), 200-209. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/5717/571776337013/>

Marzal, M. (2023). La formación en competencias digitales para la virtualidad y la inteligencia artificial: una nueva frontera de las multialfabetizaciones. [Training for digital competencies for Virtuality and Artificial Intelligence: a new frontier for multiliteracies]. *Informatio*, 28(2), 90-125. Recuperado de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-13782023000200090

Menacho, M., Pizarro, L., Osorio, J., Osorio, J. y León, B. (2024). Inteligencia artificial como herramienta en el aprendizaje autónomo de los estudiantes de educación superior. [Artificial Intelligence as a Tool in the Autonomous Learning of Higher Education Students]. *Revista InveCom*, 4(2). Recuperado de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2739-00632024000200158

Miranda, P., Quintana, K., Mamarandi, K. y Yupa, S. (2024). Inteligencia artificial un potencial para la creatividad pedagógica. [Artificial intelligence a potential for pedagogical creativity]. *RECIAMUC*, 8(1), 265-277. DOI: <https://doi.org/10.26820/reciamuc/8>

Morales, J., Ovidio, Alejandro, M. y Moran, L. (2024). Impacto de la realidad virtual en el proceso de aprendizaje en estudiantes de bachillerato.

Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 9(7), 203-220.
Recuperado de
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2542-30882024000100203

- Norman, E. (2023). La inteligencia artificial en la educación: una herramienta valiosa para los tutores virtuales universitarios y profesores universitarios. [Artificial intelligence in education: a valuable tool for virtual university tutors and university professors]. *Panorama*, 17(32), 1-10. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343975993001>
- Palella, S. y Martins, F. (2015). Metodología de la Investigación Cuantitativa. [Quantitative Research Methodology]. Caracas. FEDUPEL.
- Quintana, L. y Hermida, J. (2019). La hermenéutica como método de interpretación de textos en la investigación psicoanalítica. [Hermeneutics as a method of the text interpretation within the psychoanalytic research]. *Perspectivas en Psicología: Revista de Psicología y Ciencias Afines*, 16(2), 73-80. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4835/483568603007/html/>
- Rodríguez, L., Calderón, H., Hurtado, M. y Ocaña, A. (2023). Inteligencia artificial en la gestión organizacional: Impacto y realidad latinoamericana. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 226-241. Recuperado de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2542-30882023000300226

CAPÍTULO XVI

REALIDAD AUMENTADA Y VIRTUAL CON IA EN EL AULA: IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA ENTORNOS DE APRENDIZAJE INMERSIVOS Y ESTIMULANTES

Augmented and Virtual Reality with AI in the Classroom: Implementation of Technologies for Immersive and Stimulating Learning Environments

EMILY NICOLE SILVA ESCAMILLA¹

RESUMEN

La educación está siendo transformada por tecnologías emergentes como Realidad Aumentada (RA), Realidad Virtual (RV) e Inteligencia Artificial (IA). Estas innovaciones superan las limitaciones de los métodos tradicionales al ofrecer experiencias de aprendizaje inmersivas y personalizadas. La RA y la RV crean entornos interactivos que facilitan la comprensión de conceptos abstractos mediante simulación y visualización, mientras que la IA adapta el contenido y la retroalimentación a las necesidades individuales de los estudiantes. La integración de estas tecnologías mejora la motivación, el compromiso y la retención del conocimiento, permitiendo un aprendizaje más profundo y significativo. Las plataformas adaptativas impulsadas por IA brindan retroalimentación continua, ayudando a los estudiantes a

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Correo: emisies2003@gmail.com

superar dificultades y alcanzar metas académicas. No obstante, la implementación exitosa enfrenta desafíos como costos, accesibilidad, adaptación curricular y capacitación docente, además de implicaciones éticas y de privacidad.

Palabras clave: Realidad Aumentada (RA), Realidad Virtual (RV), Inteligencia Artificial (IA), Experiencias inmersivas y Personalización.

ABSTRACT

Education is being transformed by emerging technologies such as Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) and Artificial Intelligence (AI). These innovations overcome the limitations of traditional methods by offering immersive and personalized learning experiences. AR and VR create interactive environments that facilitate the understanding of abstract concepts through simulation and visualization, while AI adapts content and feedback to individual students' needs. The integration of these technologies improves motivation, engagement and knowledge retention, allowing for deeper and more meaningful learning. Adaptive AI-powered platforms provide continuous feedback, helping students overcome difficulties and achieve academic goals. However, successful implementation faces challenges such as costs, accessibility, curricular adaptation and teacher training, as well as ethical and privacy implications.

Keywords: Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), Artificial Intelligence (AI), Immersive Experiences and Personalization

INTRODUCCIÓN

Contexto y Justificación

La educación ha experimentado transformaciones significativas con el avance de la tecnología. Desde las primeras herramientas educativas

hasta el advenimiento de las tecnologías digitales, cada innovación ha ofrecido nuevas formas de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, los métodos tradicionales a menudo luchan por mantener la atención y motivación de los estudiantes, y por proporcionar experiencias de aprendizaje adaptativas y prácticas. Las tecnologías emergentes, como la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV), junto con la Inteligencia Artificial (IA), ofrecen soluciones innovadoras para estos desafíos.

La RA y la RV tienen el potencial de transformar el aula al ofrecer experiencias inmersivas que no solo hacen que el aprendizaje sea más interactivo, sino que también facilitan la comprensión de conceptos abstractos mediante la visualización y la simulación. La IA complementa estas tecnologías al proporcionar herramientas que personalizan la experiencia de aprendizaje y adaptan el contenido a las necesidades individuales de los estudiantes.

OBJETIVO DEL ARTÍCULO

El objetivo de este artículo es analizar en profundidad cómo la integración de RA, RV e IA puede revolucionar el entorno educativo. Se explorará cómo estas tecnologías pueden ser implementadas en el aula, los beneficios y desafíos asociados, y el impacto potencial en la educación. Además, se discutirá cómo la combinación de RA y RV con IA puede crear experiencias de aprendizaje inmersivas y estimulantes que superan las limitaciones de los métodos tradicionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La integración de Realidad Aumentada (RA), Realidad Virtual (RV) e Inteligencia Artificial (IA) en el entorno educativo requiere una combinación de materiales y métodos específicos. A continuación se detallan los componentes clave en ambas categorías.

1. Dispositivos de RA y RV

- Dispositivos de Realidad Aumentada (RA): Estos dispositivos permiten a los usuarios interactuar con elementos virtuales superpuestos en el mundo real. Ejemplos incluyen tablets y smartphones, que utilizan cámaras para detectar el entorno y proyectar información adicional, así como dispositivos especializados como las gafas de RA (por ejemplo, Microsoft HoloLens) que ofrecen experiencias más inmersivas y prácticas (Azuma, 1997).
- Dispositivos de Realidad Virtual (RV): Los dispositivos de RV, como Oculus Rift, HTC Vive y PlayStation VR, sumergen completamente al usuario en un entorno virtual generado por computadora. Estos dispositivos generalmente incluyen pantallas estereoscópicas y controladores de movimiento, permitiendo interacciones naturales dentro de mundos virtuales (Slater & Wilbur, 1997).

2. Software de RA y RV

- Aplicaciones de Realidad Aumentada: Existen múltiples aplicaciones que utilizan RA para fines educativos. Ejemplos incluyen Google Expeditions y Merge Cube, que permiten a los estudiantes explorar conceptos complejos mediante visualizaciones interactivas (Hernandez et al., 2018).
- Plataformas de Realidad Virtual: Herramientas como Unity y Unreal Engine son fundamentales para el desarrollo de aplicaciones de RV. Estas plataformas ofrecen recursos y bibliotecas que facilitan la creación de experiencias educativas inmersivas, permitiendo a los educadores diseñar entornos virtuales adaptados a sus objetivos de enseñanza (Zhao et al., 2021).

3. Herramientas de Inteligencia Artificial (IA)

- Plataformas de IA para Educación: Herramientas como IBM Watson Education y Google AI pueden analizar datos de estudiantes y proporcionar retroalimentación personalizada, lo que permite la adaptación de contenidos a las necesidades

individuales (Baker & Inventado, 2014).

- Algoritmos de Aprendizaje Automático: Estos algoritmos son utilizados para identificar patrones en los datos de aprendizaje de los estudiantes, lo que ayuda a los educadores a personalizar la experiencia de aprendizaje y a intervenir en tiempo real cuando los estudiantes encuentran dificultades (Heffernan & Heffernan, 2014).

4. Material Didáctico

- Contenidos y Recursos Educativos: Los materiales educativos deben ser adecuados para su integración en RA y RV. Esto incluye recursos multimedia que complementan las experiencias inmersivas, como videos, animaciones y lecturas interactivas (González et al., 2021).
- Modelos 3D y Animaciones: La creación de modelos tridimensionales y animaciones es esencial para ofrecer experiencias educativas efectivas. Estos modelos pueden ser utilizados para visualizar conceptos abstractos en disciplinas como la ciencia, la arquitectura y las matemáticas (Kafai & Burke, 2014).

5. Hardware Adicional

- Sensores y Cámaras: Los sensores de movimiento y las cámaras son cruciales para detectar la posición y el movimiento del usuario, permitiendo una interacción más natural con los entornos de RA y RV. Dispositivos como Kinect y cámaras de seguimiento mejoran la precisión de la interacción (Higgins et al., 2018).
- Controles y Dispositivos de Entrada: Los controladores y dispositivos de entrada permiten a los usuarios interactuar con el contenido en RA y RV. Estos pueden incluir joysticks, guantes hápticos y paneles táctiles, que aumentan la inmersión y la capacidad de manipulación dentro de los entornos virtuales (Lan et al., 2020).

Métodos Principales

1. Diseño y Desarrollo de Contenidos

- Creación de Experiencias Inmersivas: La planificación y el diseño de experiencias inmersivas son fundamentales para maximizar el impacto educativo. Esto implica definir objetivos claros y seleccionar los elementos de RA y RV que mejor se adapten a esos objetivos (Gómez et al., 2020).
- Adaptación de Contenidos para RA y RV: Los materiales educativos existentes deben ser adaptados para funcionar en entornos de RA y RV. Esto puede incluir la reestructuración de contenidos y la creación de interacciones que fomenten el aprendizaje activo (Zhonggen et al., 2020).

2. Implementación y Prueba

- Piloto y Evaluación: Antes de la implementación a gran escala, se deben realizar pruebas piloto para evaluar la efectividad de las tecnologías de RA, RV e IA en el aula. Esto incluye la recopilación de datos sobre la interacción de los estudiantes y su rendimiento (Dede, 2009).
- Entrenamiento de Educadores: La capacitación del personal docente es crucial para el éxito de estas tecnologías. Los educadores deben estar familiarizados con los dispositivos y software para integrarlos efectivamente en sus prácticas pedagógicas (Gulmez et al., 2021).

3. Integración de IA en el Aula

- Personalización del Aprendizaje: La IA permite adaptar el contenido y las estrategias de enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes. Esto puede incluir la recomendación de recursos basados en el rendimiento y el estilo de aprendizaje (Baker et al., 2013).
- Análisis de Datos Educativos: El uso de herramientas de análisis de datos permite a los educadores obtener información sobre el progreso de los estudiantes y ajustar su enseñanza en consecuencia, optimizando la experiencia de

aprendizaje (Romero & Ventura, 2010).

4. Interacción y Evaluación

- **Métodos Interactivos:** Fomentar la interacción entre estudiantes a través de experiencias en RA y RV es esencial. Esto puede incluir el trabajo en grupo en entornos virtuales y el uso de discusiones en tiempo real para mejorar el aprendizaje colaborativo (Hwang & Chen, 2017).
- **Evaluación Continua:** Implementar evaluaciones formativas y sumativas en entornos de RA y RV ayuda a monitorear el progreso de los estudiantes y a proporcionar retroalimentación oportuna, lo que mejora el proceso de aprendizaje (Shute, 2008).

5. Gestión y Mantenimiento

- **Mantenimiento del Hardware y Software:** Es crucial establecer procedimientos de mantenimiento regular para asegurar que el hardware y el software funcionen correctamente. Esto incluye la actualización de sistemas y la solución de problemas técnicos (Gonzalez & Almeida, 2018).
- **Actualización de Contenidos y Tecnologías:** La educación es un campo en constante evolución. Es importante actualizar regularmente los contenidos y las tecnologías utilizadas en el aula para reflejar los últimos avances y mantener la relevancia educativa (López et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Realidad Aumentada (RA)

La RA es una tecnología que superpone información digital sobre la realidad física del usuario. Esta superposición puede incluir imágenes, texto, gráficos y otros elementos multimedia que enriquecen la experiencia del usuario al interactuar con su entorno real.

Características y Funcionamiento

- **Dispositivos y Plataformas:** La realidad aumentada se basa en la superposición de información digital sobre el mundo real, utilizando dispositivos que pueden ser tan simples como smartphones y tablets, así como dispositivos más avanzados como las gafas de RA (por ejemplo, Microsoft HoloLens). Estas plataformas permiten a los usuarios experimentar la RA mediante la captura de imágenes del entorno físico, donde se proyectan elementos virtuales que complementan la experiencia del usuario (Azuma, 1997).
- **Sensores y Cámaras:** La RA utiliza diversos sensores y cámaras para detectar el entorno y la posición del usuario. Estos dispositivos permiten que las imágenes y los datos del mundo real se combinen con gráficos generados por computadora. La precisión de la RA depende en gran medida de la calidad y la capacidad de estos sensores, que son esenciales para asegurar que los elementos virtuales se alineen correctamente con los objetos del mundo real (Huang et al., 2016).
- **Interactividad:** Una de las características más atractivas de la RA es su capacidad de interacción. Los usuarios pueden interactuar con los elementos virtuales a través de gestos, toques o comandos de voz, lo que permite una experiencia más inmersiva y personalizada. Esta interactividad mejora el compromiso del usuario y permite un aprendizaje más activo y participativo (Billinghurst & Duenser, 2012).

Aplicaciones Educativas de RA

- **Visualización de Conceptos Abstractos:** La RA es especialmente efectiva para la visualización de conceptos abstractos en disciplinas como matemáticas y ciencias. Por ejemplo, los estudiantes pueden visualizar estructuras moleculares o ecuaciones matemáticas en 3D, lo que facilita la comprensión de temas complejos (Kye et al., 2015).
- **Simulaciones de Entornos y Escenarios:** La RA permite la creación de simulaciones de entornos reales que los estudiantes pueden explorar. Esto es útil en campos como la

medicina, donde los estudiantes pueden practicar procedimientos en entornos simulados sin riesgo (García et al., 2020).

- **Gamificación del Aprendizaje:** La gamificación, que implica el uso de elementos de juego en contextos educativos, se puede integrar con RA para crear experiencias

de aprendizaje más atractivas. Aplicaciones como Pokémon Go han demostrado cómo la RA puede aumentar la motivación de los estudiantes y mejorar el aprendizaje a través de la interacción lúdica (Zheng et al., 2016).

Realidad Virtual (RV)

La RV proporciona una experiencia completamente inmersiva al usuario, creando entornos virtuales en los que el usuario puede interactuar como si estuviera en un mundo real. A diferencia de la RA, la RV bloquea la percepción del entorno físico y sumerge al usuario en un entorno digital completamente nuevo.

Características y Funcionamiento

- **Dispositivos de RV:** Los dispositivos de realidad virtual incluyen cascos de RV que bloquean completamente la vista del mundo real y transportan al usuario a un entorno virtual generado por computadora. Dispositivos como Oculus Rift, HTC Vive y PlayStation VR permiten experiencias inmersivas que son cada vez más accesibles (Slater & Wilbur, 1997).
- **Entornos y Escenarios:** La RV ofrece la posibilidad de crear entornos completamente diferentes que pueden ser diseñados para simular cualquier escenario imaginable. Estos entornos pueden ser utilizados para la exploración, la práctica o la simulación de situaciones que serían difíciles o imposibles de replicar en la vida real (Kavanagh et al., 2021).
- **Interacción e Inmersión:** La RV está diseñada para ofrecer un alto grado de inmersión, lo que permite a los usuarios sentirse como si realmente estuvieran dentro del entorno

virtual. La interacción en estos entornos se facilita a través de controladores y sensores de movimiento que permiten a los usuarios manipular objetos y navegar a través del espacio virtual (Riva et al., 2016).

Aplicaciones Educativas de RV

- **Simulaciones de Experimentos Científicos:** La RV permite a los estudiantes realizar experimentos científicos en un entorno seguro y controlado. Por ejemplo, los estudiantes pueden simular reacciones químicas o experimentos de física sin los riesgos asociados con el manejo de sustancias químicas o equipos peligrosos (Freitas & Lee, 2010).
- **Exploración de Entornos Históricos y Geográficos:** La RV ofrece la posibilidad de explorar lugares históricos o geográficos de manera inmersiva. Los estudiantes pueden "visitar" las pirámides de Egipto o explorar la selva amazónica, lo que enriquece su aprendizaje sobre historia y geografía (Miller et al., 2020).
- **Entrenamiento y Desarrollo de Habilidades:** La RV es utilizada en la formación de profesionales en campos como la medicina, la aviación y la ingeniería. Los estudiantes pueden practicar habilidades en un entorno virtual antes de aplicarlas en situaciones del mundo real, lo que reduce el margen de error y mejora la preparación (Khan et al., 2018).

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL CONTEXTO EDUCATIVO

La IA en educación se refiere al uso de algoritmos y sistemas que simulan capacidades cognitivas humanas para mejorar el proceso educativo. La IA puede analizar grandes volúmenes de datos, personalizar la experiencia de aprendizaje y proporcionar retroalimentación adaptativa.

Definición y Funciones de la IA

- **Tipos de IA:**

- **IA Basada en Reglas:** Este tipo de IA sigue un conjunto predefinido de reglas para tomar decisiones. Es útil en situaciones donde las reglas son claras y el espacio de solución es limitado, aunque carece de la adaptabilidad de otros tipos de IA (Russell & Norvig, 2016).
- **Aprendizaje Automático:** Este enfoque permite que los sistemas mejoren su rendimiento a través de la experiencia. Se basa en algoritmos que analizan datos para identificar patrones y hacer predicciones (Bishop, 2006).
- **Aprendizaje Profundo:** Un subconjunto del aprendizaje automático, el aprendizaje profundo utiliza redes neuronales con múltiples capas para modelar datos complejos. Es especialmente eficaz en tareas como el procesamiento del lenguaje natural y la visión por computadora (LeCun et al., 2015).

Aplicaciones Generales en Educación

- **Plataformas de Aprendizaje Adaptativo:** Estas plataformas utilizan IA para personalizar la experiencia de aprendizaje según las necesidades y habilidades de cada estudiante. Pueden ajustar el contenido y la dificultad en tiempo real, lo que mejora la eficacia del aprendizaje (VanLehn, 2011).
- **Sistemas de Tutoría Inteligente:** Estos sistemas utilizan IA para proporcionar retroalimentación personalizada y apoyo a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Al analizar el desempeño del estudiante, pueden ofrecer recursos adicionales o modificar la enseñanza para abordar áreas de dificultad (Woolf, 2010).
- **Análisis de Datos Educativos:** La IA puede analizar grandes volúmenes de datos educativos para identificar tendencias, evaluar el rendimiento y proporcionar recomendaciones. Esto permite a los educadores tomar decisiones informadas sobre su

enseñanza y el diseño curricular (Siemens, 2013).

IA y Experiencias de Aprendizaje

- **Personalización de la Experiencia Educativa:**
 - **Contenido Adaptativo:** La IA permite la creación de contenido educativo que se adapta a las preferencias y necesidades individuales de los estudiantes, asegurando que cada estudiante reciba la información de manera que se ajuste a su estilo de aprendizaje (Kizilcec et al., 2017).
 - **Retroalimentación Inmediata:** La IA facilita la provisión de retroalimentación instantánea, lo que ayuda a los estudiantes a comprender sus errores y a mejorar su rendimiento de manera continua (Baker et al., 2013).
- **Análisis Predictivo para la Mejora del Rendimiento:**
 - **Identificación de Estudiantes en Riesgo:** Mediante el análisis de datos, la IA puede identificar a estudiantes que están en riesgo de bajo rendimiento académico, permitiendo intervenciones tempranas para apoyar su aprendizaje (Almond et al., 2015).
 - **Optimización del Rendimiento Académico:** La IA puede proporcionar recomendaciones personalizadas que ayudan a los estudiantes a maximizar su rendimiento académico, ofreciendo sugerencias sobre recursos adicionales, técnicas de estudio y estrategias de gestión del tiempo (Hwang et al., 2017).

INTEGRACIÓN DE RA, RV Y IA EN EL AULA

Creación de Entornos de Aprendizaje Inmersivos

La integración de tecnologías como la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV) y la inteligencia artificial (IA) ha permitido la

creación de entornos de aprendizaje inmersivos que transforman la educación tradicional. Estos entornos ofrecen experiencias interactivas y adaptativas, lo que no solo mejora la comprensión de los estudiantes, sino que también aumenta su compromiso y motivación. En este contexto, el diseño de contenidos educativos, el uso de plataformas específicas y la implementación de herramientas de retroalimentación son aspectos fundamentales para maximizar el impacto de estas tecnologías en el aprendizaje.

Diseño de Contenidos Educativos para RA y RV:

- **Principios de Diseño:** Al desarrollar contenidos para RA y RV, es crucial seguir ciertos principios de diseño que aseguren que las experiencias sean efectivas y atractivas. Entre estos principios se encuentran la claridad, la interactividad y la relevancia. Un diseño claro facilita la comprensión del contenido, mientras que la interactividad fomenta un aprendizaje activo, permitiendo a los estudiantes explorar y manipular la información en un entorno tridimensional (Mayer, 2009). Además, la relevancia del contenido asegura que los estudiantes vean la conexión entre el material y su aplicación en el mundo real, lo que puede aumentar su motivación y compromiso (Gee, 2003).
- **Creación de Experiencias Interactivas:** Las experiencias interactivas son fundamentales en la educación inmersiva, ya que permiten a los estudiantes participar activamente en su aprendizaje. Esto puede incluir simulaciones, juegos educativos y entornos de exploración que se adaptan al nivel y estilo de aprendizaje del estudiante. Por ejemplo, en un entorno de RV, los estudiantes pueden practicar procedimientos médicos en un escenario simulado, lo que les brinda una experiencia práctica sin el riesgo asociado con la práctica en un entorno real (Slater & Wilbur, 1997). La creación de estas experiencias requiere un enfoque cuidadoso en la narrativa y el diseño de la interacción para mantener el interés del

estudiante y fomentar el aprendizaje significativo (Kirkpatrick, 2016).

Ejemplos de Plataformas y Herramientas

- **Software de Diseño de Entornos Virtuales:** Existen diversas plataformas y herramientas que permiten a los educadores diseñar y crear entornos virtuales interactivos. Programas como Unity y Unreal Engine son populares en el desarrollo de aplicaciones de RV y RA, ya que ofrecen potentes herramientas de diseño y permiten la creación de entornos altamente visuales y funcionales (López et al., 2019).
- **Aplicaciones de RA:** Las aplicaciones de RA, como Google Expeditions y Merge Cube, permiten a los estudiantes interactuar con el contenido en un contexto real. Estas aplicaciones pueden superponer información digital sobre objetos físicos, lo que enriquece la experiencia de aprendizaje y facilita la visualización de conceptos complejos (Zhou et al., 2018).
- **Sistemas de Gestión del Aprendizaje Basados en IA:** Los sistemas de gestión del aprendizaje que incorporan IA pueden proporcionar retroalimentación adaptativa, ajustando el contenido y las actividades según las necesidades y el rendimiento del estudiante. Plataformas como DreamBox Learning y Smart Sparrow son ejemplos de cómo la IA puede personalizar el aprendizaje y mejorar la efectividad educativa (Kerr & Suttie, 2018). Al utilizar estos sistemas, los educadores pueden ofrecer un soporte más individualizado, asegurando que cada estudiante reciba la atención necesaria para alcanzar su máximo potencial.

IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA

Casos de Estudio:

- **Ejemplo 1:** La Universidad de Stanford ha utilizado la RA para mejorar la enseñanza de la anatomía, permitiendo a los estudiantes interactuar con modelos 3D de órganos y sistemas corporales.
- **Ejemplo 2:** La escuela secundaria XYZ implementó la RV para enseñar historia, utilizando simulaciones virtuales para recrear eventos históricos y proporcionar experiencias inmersivas.

Beneficios Observados:

- **Mejora en la Motivación:** Los estudiantes se sienten más comprometidos y motivados cuando interactúan con tecnología avanzada que ofrece experiencias educativas únicas.
- **Mayor Retención del Conocimiento:** La inmersión y la interactividad mejoran la comprensión y la retención del material, ya que los estudiantes pueden experimentar conceptos de manera práctica y visual.

RETOS Y DESAFÍOS

La integración de tecnologías avanzadas como la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV) y la inteligencia artificial (IA) en el entorno educativo presenta una serie de retos y desafíos. Estos pueden clasificarse en desafíos tecnológicos, pedagógicos y éticos, que deben ser abordados para garantizar una implementación efectiva y sostenible de estas tecnologías en las aulas.

Desafíos Tecnológicos

- **Costo y Accesibilidad:**
 - **Inversión Inicial:** La implementación de RA y RV en las aulas requiere una inversión significativa en hardware y software, lo que puede ser un obstáculo

para muchas instituciones educativas. El costo de dispositivos como gafas de realidad virtual, tablets con capacidades de RA, y el desarrollo de contenido específico puede ser elevado, lo que limita su adopción (Winn, 2002).

- **Desigualdades en el Acceso:** La brecha digital se ve reflejada en la desigualdad en el acceso a estas tecnologías. Las instituciones en áreas menos favorecidas pueden no tener los recursos necesarios para implementar estas innovaciones, lo que crea disparidades en la calidad educativa (Miller et al., 2018). Esto plantea el desafío de cómo asegurar que todos los estudiantes tengan acceso a las mismas oportunidades de aprendizaje.

Compatibilidad y Mantenimiento:

- **Actualización de Tecnología:** La rápida evolución de la tecnología implica que los dispositivos y aplicaciones deben ser actualizados con frecuencia para mantener su relevancia y funcionalidad. Esto puede representar un desafío logístico y financiero para las instituciones educativas (Schroeder et al., 2018).
- **Integración con Sistemas Existentes:** La integración de nuevas tecnologías con sistemas educativos ya establecidos puede ser complicada. Los educadores y administradores deben trabajar para asegurar que las nuevas herramientas se puedan utilizar de manera efectiva en combinación con los métodos y recursos existentes, lo que puede requerir ajustes en los currículos y capacitación adicional (Beetham & Sharpe, 2013).

Desafíos Pedagógicos

- Adaptación del Curriculum:

- **Revisión de Contenidos:** La implementación de RA y RV requiere una revisión y adaptación del currículo educativo para incorporar estas herramientas de manera efectiva. Esto puede incluir la reestructuración de lecciones para aprovechar al máximo las capacidades de las tecnologías inmersivas (Baker et al., 2020).
- **Diseño de Actividades:** Las actividades de aprendizaje deben ser diseñadas para aprovechar las interacciones únicas que ofrecen la RA y la RV. Esto puede implicar la creación de nuevos tipos de evaluaciones y proyectos que utilicen estas tecnologías, lo que puede resultar desafiante para algunos educadores que están acostumbrados a métodos de enseñanza más tradicionales (González et al., 2019).

Capacitación del Personal Docente:

- **Formación Técnica:** Los educadores deben recibir capacitación técnica para utilizar adecuadamente las nuevas tecnologías. Sin una comprensión sólida de cómo operar el hardware y el software, su efectividad en el aula se verá comprometida (Voogt et al., 2015).
- **Desarrollo de Estrategias Pedagógicas:** Además de la capacitación técnica, es crucial que los docentes desarrollen estrategias pedagógicas que incorporen efectivamente estas tecnologías en su enseñanza. Esto implica aprender a diseñar experiencias de aprendizaje que utilicen la interactividad y la inmersión de manera efectiva (Huang et al., 2020).

Consideraciones Éticas y de Privacidad

- **Recopilación de Datos:**

- **Protección de Datos:** La recopilación de datos de los estudiantes es una parte integral de muchas plataformas de IA, que pueden utilizarse para

personalizar la experiencia de aprendizaje. Sin embargo, esto plantea importantes preguntas sobre la privacidad y la seguridad de los datos. Las instituciones educativas deben asegurar que se implementen medidas adecuadas para proteger la información personal de los estudiantes y cumplir con las regulaciones de privacidad (Stuart et al., 2019).

Impacto en la Salud:

- **Fatiga Visual y Desorientación:** El uso prolongado de tecnologías de RA y RV puede llevar a problemas de salud como la fatiga visual y la desorientación. Es esencial que se establezcan pautas para el uso seguro de estas tecnologías en el aula, incluyendo la duración de las sesiones y descansos adecuados (Fowler et al., 2018).
- **Duración de las Sesiones:** Para mitigar el impacto negativo en la salud, los educadores deben ser conscientes de la duración de las sesiones de aprendizaje utilizando RA y RV, asegurando que los estudiantes no se expongan a estas tecnologías durante períodos excesivamente largos (Jerald, 2016).

FUTURO DE LA REALIDAD AUMENTADA Y VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN

La integración de la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) en el ámbito educativo está en constante evolución, impulsada por avances tecnológicos y un cambio en las necesidades de aprendizaje. Este futuro promete transformaciones significativas en la forma en que los educadores enseñan y los estudiantes aprenden.

Tendencias Emergentes

- **Innovaciones Tecnológicas:**
 - **Avances en RA y RV:** Los avances tecnológicos en RA y RV están facilitando experiencias educativas más

inmersivas y accesibles. Nuevas generaciones de dispositivos, como gafas de realidad aumentada más ligeras y menos costosas, están comenzando a surgir, lo que democratiza el acceso a estas herramientas (Wang et al., 2021). La mejora de la calidad de los gráficos y la reducción de la latencia también contribuyen a una experiencia más fluida e interactiva, permitiendo a los educadores y estudiantes explorar entornos virtuales con mayor realismo y detalle (Huang et al., 2020).

- **Integración de IA Avanzada:** La incorporación de inteligencia artificial (IA) en plataformas de RA y RV promete personalizar aún más la experiencia de aprendizaje. Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático, estas plataformas pueden adaptar el contenido educativo según el progreso y las necesidades específicas de cada estudiante (Dede, 2020). Esto no solo mejora la experiencia educativa, sino que también permite un aprendizaje más eficaz y centrado en el estudiante.

Evolución de las Necesidades Educativas:

- **Demanda de Experiencias Personalizadas:** Con la creciente diversidad en los estilos de aprendizaje y las preferencias de los estudiantes, existe una demanda cada vez mayor de experiencias educativas personalizadas. La RA y la RV permiten la creación de entornos de aprendizaje que se adaptan a las necesidades individuales, facilitando un enfoque más inclusivo y equitativo en la educación (Ferguson et al., 2021).
- **Cambio en los Métodos de Evaluación:** A medida que la RA y la RV se integran en el aula, también es necesario repensar los métodos de evaluación. Los sistemas de evaluación tradicionales pueden no ser suficientes para medir el aprendizaje en entornos inmersivos. Por lo tanto, se espera una evolución hacia métodos de evaluación que utilicen análisis de datos

en tiempo real y feedback continuo, proporcionando una visión más holística del progreso de los estudiantes (Baker et al., 2020).

Visión a Largo Plazo

- Integración en el Sistema Educativo Global:
 - **Adopción Generalizada:** La adopción de RA y RV en la educación está en aumento, pero se espera que se convierta en una norma en lugar de una excepción. A medida que más instituciones educativas reconozcan los beneficios de estas tecnologías, su uso se extenderá a niveles educativos superiores y se integrará en diversos contextos, desde la educación primaria hasta la formación profesional (Kearney et al., 2019).
 - **Colaboración Internacional:** La colaboración entre instituciones educativas, gobiernos y empresas tecnológicas será crucial para el avance de la RA y la RV en la educación. Las alianzas internacionales pueden facilitar la investigación y el desarrollo conjunto de nuevas aplicaciones y tecnologías, promoviendo el intercambio de recursos y mejores prácticas (García-Peñalvo et al., 2020).

Posibles Direcciones de Investigación y Desarrollo:

- **Nuevas Aplicaciones:** El futuro de la RA y la RV en la educación probablemente incluirá nuevas aplicaciones en áreas como la educación especial, la formación en habilidades blandas y la simulación de situaciones del mundo real (González et al., 2022). Estas aplicaciones pueden ofrecer oportunidades únicas para el aprendizaje y la práctica en un entorno seguro y controlado.
- **Mejora Continua:** La investigación continua en la eficacia de estas tecnologías y su impacto en el aprendizaje es esencial. Los educadores y los investigadores deben trabajar juntos para identificar

las mejores prácticas y áreas de mejora en el uso de RA y RV, asegurando que se maximicen sus beneficios en el aula (Huang et al., 2020).

CONCLUSIÓN

La implementación de Realidad Aumentada (RA), Realidad Virtual (RV) e Inteligencia Artificial (IA) en el aula representa un avance significativo en la forma en que se lleva a cabo la educación moderna. Estas tecnologías ofrecen un potencial transformador que puede superar muchas de las limitaciones inherentes a los métodos tradicionales de enseñanza. La RA y la RV permiten la creación de entornos de aprendizaje inmersivos que facilitan la comprensión de conceptos complejos mediante la visualización y la simulación en entornos virtuales o aumentados. Por otro lado, la IA ofrece herramientas que personalizan la experiencia educativa, adaptando el contenido y la retroalimentación a las necesidades individuales de los estudiantes.

La integración de estas tecnologías no solo mejora la motivación y el compromiso de los estudiantes, sino que también facilita un aprendizaje más profundo y significativo. La capacidad de interactuar con materiales educativos de manera dinámica y práctica, en lugar de simplemente recibir información pasivamente, fomenta una mayor retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades críticas. Además, las plataformas de aprendizaje adaptativo impulsadas por IA pueden proporcionar una retroalimentación continua y personalizada, ayudando a los estudiantes a superar sus dificultades y a alcanzar sus metas académicas.

Sin embargo, la implementación exitosa de RA, RV e IA en el aula presenta una serie de desafíos que deben ser abordados. Desde problemas tecnológicos como el costo y la accesibilidad, hasta desafíos pedagógicos como la adaptación del currículo y la capacitación del personal docente, la integración de estas tecnologías requiere una planificación y un enfoque estratégico cuidadosos. Además, es fundamental considerar las implicaciones éticas y de privacidad relacionadas con la recopilación de datos y la salud de los estudiantes.

RECOMENDACIONES PARA MAXIMIZAR LOS BENEFICIOS DE LA REALIDAD AUMENTADA, REALIDAD VIRTUAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN

La integración de tecnologías como la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV) y la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo ofrece oportunidades significativas para mejorar el aprendizaje. Sin embargo, para aprovechar plenamente estas tecnologías, es esencial seguir ciertas recomendaciones estratégicas.

Inversión en Capacitación y Recursos

La implementación exitosa de RA, RV e IA requiere una inversión considerable en capacitación y recursos. Los educadores deben recibir formación continua sobre cómo utilizar estas tecnologías de manera efectiva en sus aulas (Huang et al., 2020). La capacitación debe incluir no solo aspectos técnicos, como el uso de dispositivos y software, sino también el desarrollo de estrategias pedagógicas que integren estas herramientas en el currículo (Wang et al., 2021). Además, las instituciones educativas deben asegurarse de que los recursos tecnológicos necesarios, como hardware y software, estén disponibles y sean accesibles para todos los estudiantes (Kearney et al., 2019).

Desarrollo de Estrategias de Implementación

Las escuelas y los administradores deben desarrollar estrategias claras para la implementación de RA, RV e IA. Esto incluye la creación de planes que aborden tanto los aspectos tecnológicos como pedagógicos de la integración (Dede, 2020). Es fundamental considerar la infraestructura tecnológica existente, la formación del personal y el diseño curricular, asegurando que las tecnologías se integren de manera coherente en los procesos de enseñanza y aprendizaje (González et al., 2022). Un enfoque planificado y estratégico permitirá a las instituciones educativas maximizar el impacto de estas herramientas en el aprendizaje de los estudiantes.

Colaboración y Compartición de Conocimientos

La colaboración entre diferentes partes interesadas, como instituciones educativas, desarrolladores de tecnología y expertos en pedagogía, es

esencial para la implementación exitosa de RA, RV e IA (Ferguson et al., 2021). Fomentar una cultura de compartición de conocimientos y experiencias puede facilitar la adopción de mejores prácticas y ayudar a resolver problemas comunes (Huang et al., 2020). Las redes de colaboración pueden ofrecer apoyo técnico y pedagógico, así como promover la investigación y el desarrollo de nuevas aplicaciones para estas tecnologías en la educación.

Evaluación Continua y Adaptación

La evaluación continua del impacto de la RA, la RV y la IA en el aprendizaje es crucial para identificar áreas de mejora y adaptar las estrategias de implementación (Baker et al., 2020). Las instituciones educativas deben establecer mecanismos para recopilar y analizar datos sobre la efectividad de estas tecnologías en el aula, permitiendo ajustes en tiempo real que optimicen su uso (Kearney et al., 2019). La investigación continua sobre la eficacia de estas herramientas proporcionará información valiosa que puede utilizarse para mejorar la experiencia educativa y garantizar que se aborden las necesidades cambiantes de los estudiantes.

Consideraciones Éticas y de Privacidad

La implementación de tecnologías educativas también debe abordar consideraciones éticas y de privacidad. La protección de los datos de los estudiantes y la garantía de su privacidad deben ser prioridades en el desarrollo y uso de RA, RV e IA en la educación (García-Peñalvo et al., 2020). Las políticas y prácticas deben establecerse para asegurar que la recopilación y el uso de datos se realicen de manera ética y en conformidad con las regulaciones de privacidad. Además, es importante considerar los posibles efectos negativos en la salud relacionados con el uso prolongado de tecnologías inmersivas y establecer pautas para su uso seguro en el aula (Dede, 2020).

Reflexión sobre el Futuro de la Educación con RA, RV e IA

Mirando hacia el futuro, la integración de RA, RV e IA en el aula podría marcar el comienzo de una nueva era en la educación, caracterizada por una mayor personalización, interactividad y accesibilidad. A medida que estas tecnologías continúen evolucionando y mejorando, es probable que veamos una adopción más generalizada y una integración

más profunda en los sistemas educativos globales. Los avances en hardware, software y algoritmos de IA pueden ofrecer nuevas oportunidades para enriquecer la experiencia educativa y abordar las necesidades emergentes de los estudiantes y educadores.

La capacidad de crear entornos de aprendizaje inmersivos y adaptativos que respondan a las necesidades individuales de los estudiantes tiene el potencial de transformar el panorama educativo, proporcionando experiencias de aprendizaje que son a la vez efectivas y estimulantes. Sin embargo, para lograr este potencial, es crucial que todos los involucrados en el proceso educativo trabajen juntos para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que estas tecnologías ofrecen.

En resumen, la implementación de RA, RV e IA en el aula no solo tiene el potencial de mejorar la calidad y la accesibilidad de la educación, sino que también puede contribuir a una visión más inclusiva y equitativa del aprendizaje. Al adoptar un enfoque proactivo y colaborativo, y al abordar cuidadosamente los desafíos asociados, podemos asegurar que estas tecnologías beneficien a todos los estudiantes y preparen a las futuras generaciones para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades del siglo XXI.

REFERENCIAS

- Almond, R. G., et al. (2015). Design Patterns for Assessing Learning in Educational Settings. *Educational Psychologist*, 50(2), 100-112.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Baker, R. S., & colleagues (2013). Educational data mining: A review of the state of the art. *Journal of Educational Data Mining*, 5(1), 3-17.
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. *Learning, Design, and Technology*, 1-16.
- Baker, R. S., et al. (2020). Educational data mining and learning analytics. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 442-469). Cambridge University Press.

- Beetham, H., & Sharpe, R. (2013). *Rethinking Pedagogy for a Digital Age: Designing for 21st Century Learning*. Routledge.
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56-63.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer.
- Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Dede, C. (2020). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 367(6472), 2- 4.
- Ferguson, R., et al. (2021). The role of artificial intelligence in personalized learning: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 69(3), 843-867.
- Fowler, B. A., et al. (2018). Health effects of virtual reality. *Journal of Health and Medical Informatics*, 9(4), 1-4.
- Freitas, S., & Lee, K. (2010). Using games and simulations for supporting learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(1), 88-99.
- García, M., et al. (2020). Augmented Reality in Education: A Review of Recent Trends and Research. *Computers & Education*, 151, 103845.
- García-Peñalvo, F. J., et al. (2020). Educational research and technology: Current trends and future directions. *Computers in Human Behavior*, 107, 105699.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Human Behavior*, 19(1), 199-212.
- Gómez, A., et al. (2020). Design and development of immersive learning experiences. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 103-117.
- González, A., & Almeida, J. (2018). Maintenance and management of AR/VR systems in educational environments. *International Journal of Virtual and Augmented Reality*, 4(1), 1- 14.
- González, J., et al. (2019). Challenges of pedagogical integration of virtual and augmented reality in higher education. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(2), 156-168.
- González, J., et al. (2022). The impact of immersive technologies on

- special education: A systematic review. *Journal of Special Education Technology*, 37(1), 3-20.
- Gulmez, M., et al. (2021). Teacher training for AR and VR technologies in education. *Educational Technology Research and Development*, 69(5), 1357-1372.
- Heffernan, N. T., & Heffernan, C. (2014). Crafting a new vision for the future of intelligent tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(2), 127-144.
- Hernandez, J. et al. (2018). Augmented Reality Applications in Education: A Review. *Computers & Education*, 123, 45-55.
- Higgins, J., et al. (2018). Sensors and Cameras in AR/VR Education. *Journal of Educational Computing Research*, 57(8), 2150-2174.
- Huang, T., et al. (2016). The role of sensors in augmented reality. *International Journal of Virtual Reality*, 15(3), 1-10.
- Huang, Y. M., et al. (2020). The role of teachers' technological pedagogical content knowledge in the successful implementation of technology in education. *Computers & Education*, 145, 103714.
- Hwang, G. J., & Chen, C. H. (2017). Seamless flipped learning: A mobile technology- enhanced learning environment for mathematical problem solving. *Interactive Learning Environments*, 25(5), 597-611.
- Jerald, J. (2016). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Association for Computing Machinery.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2014). Connected gaming: What educational designers can learn from the gaming industry. *Learning, Media and Technology*, 39(1), 1-22.
- Kearney, M., et al. (2019). Augmented reality in education: A systematic review of the research. *Educational Technology Research and Development*, 67(6), 1457-1478.
- Kerr, A., & Suttie, N. (2018). The future of education: How AI can enhance learning. *Education and Information Technologies*, 23(3), 1305-1325.
- Khan, S. (2018). Virtual reality in education: A review of recent advancements. *International Journal of Technology in Education and Science*, 2(3), 232-241.

- Kirkpatrick, D. (2016). Kirkpatrick's Four Levels of Training Evaluation. Association for Talent Development.
- Kizilcec, R. F., et al. (2017). Scaling up learning
- Lan, Y. J., et al. (2020). Interaction devices for immersive learning environments: A review. *Computers & Education*, 144, 103661.
- López, A., et al. (2019). Designing Interactive Virtual Environments for Education: A Study of the Implementation of Virtual Reality in the Classroom. *Computers & Education*, 142, 103655.
- López, E., et al. (2020). Updating content in educational technologies: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*,
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- Miller, R. J., et al. (2018). Digital equity: Access to technology in the classroom. *Educational Technology Research and Development*, 66(4), 873-895.
- Schroeder, R., et al. (2018). The challenge of maintaining educational technology in schools. *Educational Technology Research and Development*, 66(3), 823-843.
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(6), 603-616.
- Stuart, K. M., et al. (2019). Data privacy in education: A new frontier for schools and families. *Journal of School Health*, 89(1), 7-12.
- Voogt, J., et al. (2015). Technology and pedagogical content knowledge: A conceptual framework. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 11(1), 3-22.
- Wang, Y., et al. (2021). Advances in augmented and virtual reality: The impact on education and training. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 13(3), 302-315.
- Winn, W. (2002). Current trends in educational technology research: The impact of constructivism on the design of technology for learning. *Educational Technology Research and Development*, 50(1), 79-96.

Zhou, F., et al. (2018). Augmented reality in education: A new paradigm for learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(4), 289-293.

CAPÍTULO XVII

REALIDAD AUMENTADA Y REALIDAD VIRTUAL EN EL APRENDIZAJE ACTUAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE BENEFICIOS, DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

**Augmented reality and virtual reality in current learning: a systematic review of
benefits, challenges and opportunities**

JOSE RAFAEL DIAZ AVELINO⁴¹
ROBERTO DAVID OCHOA REYES⁴²
JOSE RAFAEL DIAZ ROSADO⁴³

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo analizar el impacto de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) en la educación, identificando sus aplicaciones, beneficios y desafíos. Se realizó un análisis sistemático de la literatura existente, empleando fuentes académicas de bases de datos como Scopus, ACM Digital Library y Google Scholar. Se determinaron criterios específicos de inclusión y exclusión a tener en cuenta para la selección de estudios pertinentes, analizando 40 documentos que tratan aspectos teóricos y prácticos de estas tecnologías en el ámbito educativo.

⁴¹ Máster en Administración de Empresas, Investigador independiente, Ecuador. Email: ingjosediaz@hotmail.es ORCID. 0000-0003-4574-2879

⁴² Magister en administración de empresas con mención en marketing, Investigador independiente, Ecuador. Email: robertoochoar77@gmail.com ORCID. 0000-0003-4564-9797

⁴³ Estudiante de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Investigador independiente, Ecuador. Email: joserd0872@gmail.com ORCID 0009-0008-5967-6757

Los resultados señalan que la realidad virtual y la realidad aumentada poseen un elevado potencial para optimizar el aprendizaje, proporcionando experiencias de inmersión y personalización que potencian la retención y comprensión del conocimiento. Además, impulsaron la evolución de competencias cognitivas, técnicas y sociales en los estudiantes, ajustándose a distintos estilos de aprendizaje. los educadores para integrar estas tecnologías de manera efectiva, así como de abordar los desafíos éticos asociados con la adicción a entornos virtuales. En conclusión, la RV y la RA representan herramientas poderosas que pueden transformar la educación, pero requieren una implementación responsable para maximizar su impacto positivo y minimizar los riesgos. La adecuada integración capacita a los estudiantes para abordar los desafíos del siglo XXI en un contexto progresivamente digital y globalizado.

Palabras clave: Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Educación, Tecnologías Inmersivas, Aprendizaje Personalizado.

ABSTRACT

The study aimed to analyze the impact of virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in education, identifying their applications, benefits and challenges. A systematic analysis of the existing literature was conducted, using academic sources from databases such as Scopus, ACM Digital Library and Google Scholar. Specific inclusion and exclusion criteria were determined to be taken into account for the selection of relevant studies, analyzing 40 papers dealing with theoretical and practical aspects of these technologies in the educational field. The results indicate that virtual reality and augmented reality have a high potential to optimize learning, providing immersive and personalized experiences that enhance the retention and understanding of knowledge. In addition, they boosted the evolution of cognitive, technical and social competencies in students, adjusting to different learning styles. educators to integrate these technologies effectively, as well as to address the ethical challenges associated with addiction to virtual environments. In conclusion, VR and AR represent powerful tools that can transform education, but require responsible implementation to maximize their positive impact and minimize risks. Proper integration empowers students to address the challenges of the 21st century in an increasingly digital and globalized context.

Keywords: Virtual Reality, Augmented Reality, Education, Immersive Technologies, Personalized Learning.

INTRODUCCIÓN

La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) han surgido en las últimas décadas como dos de los avances tecnológicos más transformadores, cuyo potencial no se limita solo al entretenimiento, sino que se extiende a diversas áreas, incluyendo la educación. Según (Carrera, 2023), mientras la RV sumerge a los usuarios en entornos digitales completamente nuevos, permitiéndoles interactuar de manera inmersiva mediante dispositivos como auriculares, la RA complementa el entorno físico del usuario, superponiendo objetos digitales que enriquecen su experiencia en el mundo real. Esta diferenciación es fundamental para entender cómo cada tecnología aporta valores únicos al proceso de enseñanza y aprendizaje.

En las últimas décadas, el uso de la tecnología en la educación ha experimentado una evolución significativa, pasando de medios de enseñanza tradicionales, como libros de texto y pizarras, a herramientas digitales sofisticadas que promueven el aprendizaje interactivo y personalizado. Al respecto, un informe de la (UNESCO, 2023) destaca el aumento en la adopción de la RV y RA en los sistemas educativos de todo el mundo, permitiendo a los estudiantes interactuar con materiales educativos de una forma que antes era inimaginable. Esta evolución responde a una necesidad cada vez mayor de adaptar la educación a los cambios que plantea la digitalización global, como enfatizan (Morales-Cadena et al., 2024).

Como parte de un plan completo para preparar a las próximas generaciones para afrontar los retos del siglo XXI, se han desarrollado una variedad de programas e iniciativas educativas patrocinadas por el gobierno están promoviendo la realidad virtual y ampliando su alcance en el ámbito nacional. En la actualidad, las organizaciones responsables del sector educativo promueven activamente la investigación, el desarrollo y la puesta en marcha de dichas tecnologías se llevan a cabo en colaboración con instituciones académicas, corporaciones tecnológicas y organizaciones no lucrativas con el objetivo de optimizar su potencial educativo. Como se indica en el informe de la Comisión Europea elaborado por el (Ministerio de Educación y Formación Profesional y Administraciones educativas de las comunidades autónomas, 2022), donde la incorporación de la realidad virtual y su potenciación es esencial

en los sistemas educativos para proporcionar educación de calidad al alumnado ante las competencias necesarias en un mundo dominado por la tecnología digital , propia del siglo XXI .Según la Comisión Europea y elaborado por el Ministerio de Educación y Desarrollo Profesional y las Administraciones Educativas de las Comunidades Autónomas en 2022 , la incorporación de la realidad virtual y su potenciación en los sistemas educativos es fundamental para dotar a los estudiantes de las competencias necesarias en un mundo dominado por la tecnología digital , propia del siglo XXI .

En el ámbito local, numerosas comunidades educativas están indagando de manera activa el empleo de la realidad virtual y su expansión con el objetivo de potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, están integrando a alumnos, docentes y progenitores en esta intrigante revolución educativa. Las tecnologías emergentes están expandiendo las posibilidades de acceso al conocimiento y promoviendo la creatividad en los entornos educativos globales. Desde la producción de materiales pedagógicos personalizados hasta la capacidad de efectuar visitas virtuales a sitios de relevancia histórica y cultural, estas tecnologías están optimizando las oportunidades de acceso al conocimiento.

La realidad virtual y la realidad aumentada facilitan la simulación de experiencias que resultarían inviables o peligrosas de replicar en un aula convencional. Estas tecnologías no solo mejoran la retención de información al facilitar la comprensión de conceptos complejos, sino que también aumentan la motivación y el compromiso de los estudiantes. La capacidad de sumergirse en un entorno digital detallado y de interactuar con contenidos didácticos, como se indica en estudios de (Kamińska et al., 2019) y (Phakamach et al., 2022), resulta en una experiencia educativa más rica y adaptativa, que permite a los estudiantes adquirir competencias prácticas en un entorno controlado.

La RA y la RV se han incorporado a diferentes niveles y tipos de educación, desde la educación primaria hasta la universitaria y profesional. En el ámbito de la formación técnica y profesional, estas tecnologías se utilizan para simular escenarios laborales, como la capacitación en procesos de fabricación y mantenimiento, lo que permite a los estudiantes experimentar situaciones del mundo real sin riesgo. Además, según (Trávez, 2023), estas herramientas permiten a los educadores personalizar el contenido educativo para adaptarse a los distintos estilos de aprendizaje, facilitando así una enseñanza más inclusiva y accesible.

La implantación de la realidad virtual y aumentada en los entornos educativos responde a la necesidad de modernizar las prácticas de enseñanza para adaptarlas a las exigencias de una sociedad cada vez más digital y visual. Se prevé que la inteligencia artificial contribuya sustancialmente a la mejora de la calidad de los entornos y experiencias de aprendizaje, lo que favorecerá un aprendizaje más eficaz (Pimentel et al., 2023). En este sentido, la realidad virtual sigue desarrollándose. Según la investigación de Almonte Ramírez y García Romero (2020), la realidad aumentada es actualmente más accesible para los usuarios de lo que lo ha sido nunca. Esto es consecuencia directa de los avances que se han producido en los dispositivos móviles.

La implementación de la RV y la RA en la educación es un fenómeno global. Según un informe del (Ministerio de Educación y Formación Profesional y Administraciones educativas de las comunidades autónomas, 2022) sobre Educación Digital, muchos países han empezado a integrar estas tecnologías en sus programas educativos como parte de una estrategia para desarrollar habilidades digitales en los estudiantes. Esta adopción masiva refleja una tendencia hacia la digitalización del aprendizaje, donde se espera que tecnologías emergentes como la inteligencia artificial se integren con la RA y la RV para personalizar aún más la experiencia educativa (Montenegro-Rueda & Fernández-Cerero, 2022).

Estas tecnologías ofrecen notables posibilidades de aumentar la motivación, el compromiso y el entendimiento de los estudiantes, facilitándoles la posibilidad de acceder a estos recursos de forma palpable y experimental. Numerosos estudios indican que la aplicación de la realidad virtual y aumentada en entornos educativos puede aumentar notablemente el entusiasmo y el compromiso de los estudiantes, así como mejorar sustancialmente la retención de la información.(Vedam-Mai et al., 2021).

A medida que estas tecnologías se expanden, surgen también preocupaciones sobre su uso ético en el ámbito educativo. (Ruiz Muñoz & Yépez González, 2024) enfatizan la necesidad de abordar los dilemas éticos relacionados con el acceso y la equidad, asegurando que todos los estudiantes tengan las mismas oportunidades de beneficiarse de estas tecnologías. La RA y la RV deben implementarse de manera justa, considerando los diferentes contextos socioeconómicos y culturales para evitar una brecha digital que excluya a ciertos sectores de la población.

Dada la capacidad de la RV y la RA para revolucionar la educación, es esencial analizar cómo estas tecnologías pueden cerrar la brecha entre la instrucción tradicional y el aprendizaje experiencial, ayudando a los

estudiantes a prepararse mejor para los desafíos del siglo XXI. Este estudio se propone investigar el impacto de la RV y la RA en diferentes contextos educativos, con el objetivo de identificar sus beneficios, aplicaciones y desafíos, y ofrecer recomendaciones para su implementación efectiva en el sistema educativo.

La implementación efectiva de la realidad virtual y aumentada en el aprendizaje es extensa y significativa, como destaca (Cabero-Almenara et al., 2018). Estas tecnologías permiten a los seres humanos acceder a una amplia variedad de contenidos multimedia de gran valor, ofreciéndoles un contexto relevante e interactivo de manera inmediata. Las simulaciones virtuales, por ejemplo, brindan a los estudiantes la oportunidad de practicar destrezas en un ambiente protegido y supervisado, por lo que ha sido ampliamente reconocida por su potencial para potenciar tanto la retención de conocimientos como la autoconfianza de los estudiantes en sus propias habilidades.

En relación con las proyecciones a futuro y las tendencias que están surgiendo, (Montenegro-Rueda & Fernández-Cerero, 2022) plantean la posibilidad de un aumento significativo en la fusión de la realidad virtual y aumentada con otras tecnologías en ascenso, tales como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Este fenómeno podría dar lugar a nuevas oportunidades para individualizar y ajustar las vivencias educativas de manera más precisa. No obstante, diversos autores (Ruiz Muñoz & Yépez González, 2024) enfatizan contundentemente la importancia crucial de abordar de forma exhaustiva y detallada los dilemas éticos intrínsecos asociados con la aplicación y el uso de estas innovadoras tecnologías, asegurando de esta manera que se implementen y se empleen de manera equitativa, justa y ética dentro del amplio y complejo ámbito educativo, garantizando así el respeto a los principios y valores fundamentales que rigen nuestra sociedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio sigue un enfoque metodológico cualitativo, basado en una revisión sistemática de literatura con el propósito de analizar en profundidad el impacto y las aplicaciones de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) en la educación. Se adoptaron las directrices del modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para garantizar la transparencia, la reproducibilidad y la rigurosidad del proceso investigativo (Moher et al., 2009).

Diseño de la Revisión

El diseño metodológico se estructuró en cuatro etapas: identificación, selección, evaluación y síntesis de los estudios relevantes. Estas etapas fueron guiadas por preguntas clave de investigación, tales como: ¿Qué beneficios aporta la RA y la RV al aprendizaje? ¿Qué desafíos enfrentan estas tecnologías en entornos educativos? ¿Qué oportunidades emergen para su implementación en el futuro? Dichas interrogantes permitieron acotar el alcance de la búsqueda y garantizar un análisis enfocado en los objetivos del estudio.

Fuentes y Criterios de Selección

La recopilación de datos se realizó en bases de datos académicos de alto impacto, incluyendo Scopus, Web of Science (WoS), ACM Digital Library, SpringerLink y Google Scholar. Se definieron criterios de búsqueda específicos utilizando términos clave como "realidad virtual", "realidad aumentada", "tecnologías inmersivas en educación" y "aprendizaje personalizado". Además, se emplearán operadores booleanos para combinar términos y maximizar la relevancia de los resultados obtenidos.

El período de búsqueda se limitó entre 2014 y 2024 para incluir investigaciones recientes y relevantes. Como resultado, se identificaron 112 estudios preliminares, de los cuales 40 fueron seleccionados tras aplicar criterios de inclusión y exclusión claramente definidos.(Kitchenham et al., 2009).

Criterios de Inclusión y Exclusión

Se incluyeron estudios que:

Aborden aplicaciones de RA y RV en contextos educativos formales.

Presenten datos empíricos o consideraciones teóricas relevantes para el análisis.

Estén publicados en revistas indexadas y de alto impacto, como Computers & Education y Educational Technology Research and Development.

Se excluyeron estudios que:

Provean información anecdótica o sin soporte empírico.

Procedan de fuentes no académicas, como blogs o páginas web sin revisión por pares.

No estarían disponibles en texto completo

Procedimientos de análisis

El análisis siguió un proceso iterativo basado en tres fases principales:

Identificación: Se definieron fuentes de datos, palabras clave y filtros de búsqueda inicial.

Selección: Se revisaron títulos y resúmenes de los estudios identificados para descartar duplicados y documentos irrelevantes.

Evaluación y Síntesis: Los documentos finales fueron analizados críticamente, considerando aspectos como metodología, hallazgos y contribuciones teóricas. Los datos extraídos se categorizaron en temas clave, como beneficios, desafíos y oportunidades de las tecnologías inmersivas en la educación.

Herramientas utilizadas

Para la gestión y organización de la información, se emplearon herramientas como Microsoft Excel para el registro de datos y Mendeley para la gestión bibliográfica. Asimismo, se utilizaron plantillas basadas en PRISMA para documentar cada fase del proceso de revisión, lo que asegura la transparencia del procedimiento y permite su reproducibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión de la literatura confirma que tanto la realidad virtual (RV) como la realidad aumentada (RA) se han consolidado como tecnologías disruptivas con un profundo impacto en el ámbito educativo. A pesar de compartir el objetivo de mejorar el aprendizaje, cada una de estas tecnologías ofrece experiencias de interacción únicas que responden a distintas necesidades educativas (Marín-Díaz et al., 2022). La RV crea un entorno completamente virtual en el que los estudiantes pueden sumergirse, mientras que la RA complementa el entorno físico con elementos virtuales tridimensionales que enriquecen la experiencia educativa (Rodríguez Sotelo, 2020).

Ambas tecnologías están revolucionando la forma en que los estudiantes adquieren conocimiento. A través de simulaciones prácticas y entornos interactivos, la RV y la RA permiten a los estudiantes realizar actividades que van desde experimentos de laboratorio seguros hasta visitas virtuales a lugares históricos y culturales. Estos ejercicios de inmersión no solo promueven la asimilación de conceptos abstractos, sino que también incrementan la motivación y el compromiso del estudiantado. (Aquino et al., 2023; Pascuas-Rengifo et al., 2020). Los estudios revisados destacan que los estudiantes que utilizan RV y RA muestran una mayor retención de conocimientos y habilidades cognitivas mejoradas, especialmente en áreas como la visualización espacial y la resolución de problemas (Neira-Piñeiro et al., 2019).

Además, la realidad virtual estimula múltiples modalidades sensoriales, lo que contribuye a mejorar la memoria y la capacidad de recuerdo en los estudiantes. Un ejemplo interesante lo ofrecen los videojuegos de acción, como los juegos de disparos, que son ampliamente conocidos; los jugadores suelen mostrar una atención más focalizada y un incremento en la resolución espacial durante el procesamiento visual. También se observa una mejora en capacidades de rotación mental, resolución de problemas, memorización y otros aspectos cognitivos (Salas Quinteros, 2020).

A pesar de sus numerosos beneficios, el uso de estas tecnologías también presenta desafíos. Entre ellos se encuentran las barreras éticas y los riesgos de adicción asociados al uso prolongado de entornos virtuales. (Farías & Nomez, 2023) señalan la importancia de diseñar programas de RV y RA que promuevan un uso responsable y equilibrado, mientras que (Toala-Palma et al., 2020) enfatizan la necesidad de educar a los usuarios sobre los riesgos potenciales de la adicción tecnológica. Asimismo, el alto costo de los equipos y la infraestructura necesaria para implementar estas tecnologías en el aula representan una limitación importante, especialmente para instituciones con recursos limitados (Gargish et al., 2020; Young et al., 2020).

La personalización del aprendizaje representa uno de los elementos más prominentes de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual en el ámbito educativo. Estas tecnologías posibilitan la adaptación de las experiencias educativas a las necesidades y preferencias individuales de los alumnos, lo que promueve un aprendizaje más eficaz y significativo. (Aquino et al., 2023; Chen et al., 2024). Por ejemplo, una aplicación de RA puede ajustar el contenido según el nivel de habilidad del estudiante, proporcionando feedback personalizado que mejora su rendimiento y satisfacción con el proceso de aprendizaje (Silva et al., 2023).

En cuanto al impacto en la formación docente, se observa que los educadores requieren una capacitación especializada para poder integrar de manera efectiva la RA y la RV en sus prácticas pedagógicas (Matías Olabe et al., 2023). Los programas de formación en RV y RA no solo deben cubrir el uso técnico de las herramientas, sino también estrategias didácticas que permitan a los docentes crear experiencias de aprendizaje enriquecedoras. De esta manera, los educadores estarán mejor preparados para afrontar los desafíos del siglo XXI y ofrecer a sus estudiantes una educación que realmente aproveche el potencial de estas tecnologías.

Por otro lado, es necesario considerar el desarrollo continuo de la RV y la RA. Estudios recientes sugieren que, en el futuro, estas tecnologías se integrarán con otras herramientas emergentes, como la inteligencia artificial, para ofrecer experiencias educativas aún más personalizadas y adaptativas (Montenegro-Rueda & Fernández-Cerero, 2022). Sin embargo, como señalan (Ruiz Muñoz & Yépez González, 2024), es fundamental abordar los dilemas éticos y sociales relacionados con la integración de estas tecnologías para garantizar un uso justo y equitativo en todos los contextos educativos.

La aplicación de la RV y RA en distintos niveles educativos, desde la primaria hasta la educación superior, ha mostrado resultados positivos en la motivación, la comprensión y la retención de conocimientos. Por ejemplo, en un estudio realizado en educación secundaria, el uso de simulaciones de RV incrementó significativamente la comprensión de conceptos científicos y la motivación hacia el aprendizaje de ciencias (Lindgren et al., 2016). De igual forma, en entornos de educación superior, el uso de la RA ha permitido a los estudiantes de ingeniería practicar habilidades técnicas de forma segura y controlada, demostrando mejoras en su rendimiento académico y en la aplicación práctica de sus conocimientos (Arif, 2021).

Por su parte, (Cabero Almenara & Martínez Gimeno, 2019) llevaron a cabo un estudio sobre la adopción de la realidad virtual (RV) y aumentada (RA) entre estudiantes universitarios, con la finalidad de entender el nivel de aceptación tecnológica durante la interacción y manipulación de objetos de RV en un ambiente virtual. La investigación también evaluó el desempeño logrado y examinó cómo el género podría afectar la adquisición de conocimientos. Para la realización de este estudio, se recurrió a herramientas de recolección de datos como las pruebas de opción múltiple para evaluar el rendimiento estudiantil tras la interacción, y se implementó el modelo de aceptación de tecnología (TAM) para efectuar un diagnóstico final.

(González-Zamar & Abad-Segura, 2020) realizan un estudio en el campo de la educación superior, centrándose en las repercusiones del empleo de la realidad virtual (RV) en el ámbito de la educación artística. De acuerdo con sus descubrimientos, se observa una tendencia ascendente a investigar las repercusiones de la Realidad Virtual en variados contextos educativos, poniendo especial énfasis en su impacto en el proceso creativo en este ámbito. Las palabras clave más habitualmente vinculadas con la Realidad Virtual en el campo de la educación artística comprenden: innovación, creatividad, inmersión, tecnología e información. La Realidad Virtual permite a los alumnos experimentar en un espacio 3D en tiempo real, proporcionándoles ambientes interactivos que pueden otorgarles la sensación de estar presentes en un espacio distinto al que ocupan físicamente.

Finalmente, aunque la RV y la RA tienen un gran potencial para mejorar el aprendizaje, su implementación exitosa depende de diversos factores, como la disponibilidad de infraestructura tecnológica adecuada, el costo de los dispositivos y la preparación de los docentes. A medida que estas tecnologías continúan evolucionando, es probable que su accesibilidad mejore y se conviertan en herramientas cada vez más comunes en el ámbito educativo, contribuyendo así a un aprendizaje más dinámico, inmersivo y personalizado.

CONCLUSIÓN

En la revisión de la literatura referente al empleo de la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) en el ámbito educativo evidencia que dichas tecnologías poseen un considerable potencial para modificar radicalmente el proceso de enseñanza-aprendizaje. La Realidad Virtual y la Realidad Aumentada no solo incrementan el interés y la motivación de los alumnos, sino que también promueven el desarrollo de habilidades fundamentales, tales como la creatividad y la colaboración grupal. Mediante la provisión de experiencias inmersivas y personalizadas, estas tecnologías promueven una mayor retención y entendimiento del conocimiento, adaptándose a variados estilos de aprendizaje y requerimientos individuales, contribuyendo así a una educación de superior calidad.

Para una implementación efectiva de la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada en contextos educativos, resulta imprescindible que los educadores reciban una capacitación apropiada. Es imperativo que los

educadores posean la habilidad de concebir experiencias de aprendizaje que optimicen el potencial de estas herramientas, incorporando prácticas pedagógicas óptimas y competencias en la utilización de herramientas digitales. Así, no solo se potencian las competencias cognitivas y técnicas de los estudiantes, sino que también se fomenta el desarrollo de competencias sociales a través de la colaboración en contextos virtuales, equipándolos para afrontar los retos de un mundo progresivamente tecnológico y globalizado.

A pesar de los múltiples beneficios, también existen desafíos éticos y riesgos potenciales asociados al uso de estas tecnologías, tales como la posibilidad de adicción a entornos virtuales. Es fundamental abordar estos problemas de forma proactiva, promoviendo un uso equilibrado y responsable de la RV y la RA, tanto a nivel individual como social. Con una correcta integración y gestión de estas tecnologías, es posible aprovechar al máximo su potencial, al tiempo que se minimizan los riesgos, asegurando así que la educación evolucione de manera ética y efectiva en un contexto digital en constante cambio.

Los hallazgos de esta revisión evidencian un incremento en el interés por las tecnologías inmersivas de realidad virtual (RV) para propósitos educativos, junto con una diversidad de campos de investigación que han implementado esta tecnología en el contexto universitario. A pesar de que una proporción considerable de los autores ha tratado la Realidad Virtual como un instrumento de aprendizaje con la capacidad de generar un impacto positivo en los estudiantes universitarios, es crucial destacar que la implementación de la Realidad Virtual aún evidencia una madurez insuficiente. Por lo tanto, su implementación en el ámbito educativo continúa planteando ciertos retos y problemas que requieren solución.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, E., Avalos, A., & Martínez, R. A. (2023). Uso de la realidad aumentada para mejorar la motivación en la asignatura de ciencias naturales: Use of increased reality to improve motivation in the subject of natural sciences. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(3), Article 3. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1165>
- Arif, F. (2021). Application of virtual reality for infrastructure

- management education in civil engineering. *Education and Information Technologies*, 26(4), 3607-3627. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10429-y>
- Cabero Almenara, J., & Martínez Gimeno, A. (2019). *Las tecnologías de la información y comunicación y la formación inicial de los docentes: Modelos y competencias digitales*. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i3.9421>
- Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E., López-Meneses, E., Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E., & López-Meneses, E. (2018). Use of Augmented Reality Technology as a Didactic Resource in University Teaching. *Formación universitaria*, 11(1), 25-34. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000100025>
- Carrera, Y. M. (2023). Uso de Realidad Virtual y Aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. *Revista Científica Kosmos*, 2(1), 26-38. <https://doi.org/10.62943/rck.v2n1.2023.42>
- Chen, J., Fu, Z., Liu, H., & Wang, J. (2024). Effectiveness of Virtual Reality on Learning Engagement: A Meta-Analysis. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT)*, 19(1), 1-14. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.334849>
- Farías, M., & Nomez, N. (2023). Ataque cibernético de por medio, cumplimos 5 años de navegación y presentamos un dossier. *Arboles y Rizomas*, 5(2), Article 2.
- Gargrish, S., Mantri, A., & Kaur, D. P. (2020). Augmented Reality-Based Learning Environment to Enhance Teaching-Learning Experience in Geometry Education. *Procedia Computer Science*, 172, 1039-1046. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.152>
- González-Zamar, M.-D., & Abad-Segura, E. (2020). Implications of Virtual Reality in Arts Education: Research Analysis in the Context of Higher Education. *Education Sciences*, 10(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/educsci10090225>
- Kamińska, D., Sapiński, T., Wiak, S., Tikk, T., Haamer, R. E., Avots, E., Helmi, A., Ozcinar, C., & Anbarjafari, G. (2019). Virtual Reality and Its Applications in Education: Survey. *Information*, 10(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/info10100318>
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and*

Software Technology, 51(1), 7-15.
<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>

- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*, 95, 174-187. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.001>
- Marín-Díaz, V., Sampedro Requena, B. E., & Vega Gea, E. (2022). La realidad virtual y aumentada en el aula de secundaria. *Campus Virtuales*, 11(1), 225. <https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.1030>
- Matías Olabe, J. C. M., Gorotiza Precilla, B. S. G., Severino Mosquera, A. J. S., & Tenorio Méndez, D. S. T. (2023). Realidad Virtual con Gamificación para Fortalecer la Enseñanza-Aprendizaje en la Asignatura de Historia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), Article 5. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8429
- Ministerio de Educación y Formación Profesional y Administraciones educativas de las comunidades autónomas. (2022). *Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores*. DigCompEdu. https://intef.es/wp-content/uploads/2023/05/MRCDD_GTTA_2022.pdf
- Montenegro-Rueda, M., & Fernández-Cerero, J. (2022). Realidad aumentada en la educación superior: Posibilidades y desafíos. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 95-114. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.858>
- Morales-Cadena, J. O., Alejandro-Muñoz, M.-C., & Moran-Borja, L. M. (2024). Impacto de la realidad virtual en el proceso de aprendizaje en estudiantes de bachillerato. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 9(17), Article 17. <https://doi.org/10.35381/r.k.v9i17.3176>
- Neira-Piñeiro, M. del R., Moral, M. E. D., & Fombella-Coto, I. (2019). Aprendizaje inmersivo y desarrollo de las inteligencias múltiples en Educación Infantil a partir de un entorno interactivo con realidad aumentada/ Immersive learning and multiple intelligences development in early childhood education by means of an interactive environment with augmented reality. *Magister*, 31(2), Article 2. <https://doi.org/10.17811/msg.31.2.2019.1-8>
- Pascuas-Rengifo, Y. S., García-Quintero, J. A., & Mercado-Varela, M. A. (2020). Dispositivos móviles en la educación: Tendencias e impacto para la innovación. *Revista Politécnica*, 16(31), Article 31.

<https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n31a8>

- Phakamach, P., Senarith, P., & Wachirawongpaisarn, S. (2022). The Metaverse in Education: The Future of Immersive Teaching & Learning. *RICE Journal of Creative Entrepreneurship and Management*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.14456/rjcm.2022.12>
- Pimentel, M. J. P., Zambrano, B. M. Z., Mazzini, K. A. M., & Villamar, M. A. V. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO*, 7(2), Article 2. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)
- Rodríguez Sotelo, B. P. (2020). Realidad aumentada, realidad virtual y aprendizaje en el contexto educativo superior a nivel internacional. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10718>
- Ruiz Muñoz, G. F. R., & Yépez González, D. A. Y. (2024). Transformando la Educación a través de la Inteligencia Artificial: Un Enfoque en el Aprendizaje Significativo. *Revista Social Fronteriza*, 4(2), Article 2. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)191](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)191)
- Salas Quinteros, G. S. (2020). *Evaluando la memoria de trabajo en Realidad Virtual*. 15.
- Silva, M., Bermúdez, K., & Caro, K. (2023). Effect of an augmented reality app on academic achievement, motivation, and technology acceptance of university students of a chemistry course. *Computers & Education: X Reality*, 2, 100022. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100022>
- Toala-Palma, J. K., Arteaga-Mera, J. L., Quintana-Loor, J. M., & Santana-Vergara, M. I. (2020). La Realidad Virtual como herramienta de innovación educativa. *EPISTEME KOINONIA*, 3(5), 270. <https://doi.org/10.35381/e.k.v3i5.835>
- Trávez, G. C. (2023). El uso de la realidad aumentada en la enseñanza de ciencias: Un enfoque integrador en educación secundaria. *Revista Científica Kosmos*, 2(1), 39-50. <https://doi.org/10.62943/rck.v2n1.2023.43>
- UNESCO. (2023). *Resumen del informe de seguimiento de la educación en el mundo, 2023: Tecnología en la educación: ¿una herramienta en los términos de quién?* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_spa

- Vedam-Mai, V., Deisseroth, K., Giordano, J., Lazaro-Munoz, G., Chiong, W., Suthana, N., Langevin, J.-P., Gill, J., Goodman, W., Provenza, N. R., Halpern, C. H., Shivacharan, R. S., Cunningham, T. N., Sheth, S. A., Pouratian, N., Scangos, K. W., Mayberg, H. S., Horn, A., Johnson, K. A., ... Okun, M. S. (2021). Proceedings of the Eighth Annual Deep Brain Stimulation Think Tank: Advances in Optogenetics, Ethical Issues Affecting DBS Research, Neuromodulatory Approaches for Depression, Adaptive Neurostimulation, and Emerging DBS Technologies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.644593>
- Young, G., Stehle, S., Walsh, B., & Tiri, E. (2020). Exploring Virtual Reality in the Higher Education Classroom: Using VR to Build Knowledge and Understanding. *JUCS - Journal of Universal Computer Science*, 26(8), Article 8. <https://doi.org/10.3897/jucs.2020.049>

CAPÍTULO XVIII

CHATGPT PARA MEJORAR EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE VECTORES

Chatgpt to improve the vector teaching learning processe

GUSTAVO BELIZARIO VIÑAMAGUA MEDINA¹

ROLANDO QUISHPE SOLANO²

AMELIA ISADORA RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ³

ANDREA KATALINA SEGARRA MORALES⁴

RESUMEN

El artículo titulado "ChatGPT para mejorar el proceso enseñanza aprendizaje de vectores" aborda el uso de inteligencia artificial, específicamente ChatGPT, como una herramienta innovadora para facilitar la enseñanza de vectores en matemáticas. El texto resalta cómo ChatGPT ofrece explicaciones personalizadas, ejemplos interactivos y retroalimentación en tiempo real, ayudando tanto a estudiantes como a docentes a superar las dificultades que suelen surgir con los conceptos abstractos de vectores en R^2 , R^3 y R^n , como dirección y magnitud. El estudio empleó una metodología correlacional para analizar el impacto del uso de ChatGPT en el aprendizaje de vectores. Se trabajó con un grupo experimental que utilizó esta herramienta y un grupo control. La investigación se aplicó a 65 estudiantes de la carrera de Computación de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), de los cuales 45 eran hombres y 20 mujeres. Este diseño permitió evaluar la efectividad de ChatGPT en comparación con los métodos tradicionales, considerando variables como género y contexto académico. Los resultados mostraron

¹ Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Correo: gbvinamagua@utpl.edu.ec

² Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Correo: rquishpe@utpl.edu.ec

³ Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Correo: airodriguez1@utpl.edu.ec

⁴ Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Correo: aksegarra@utpl.edu.ec

que el uso de ChatGPT mejora significativamente el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes, destacando su capacidad para adaptar el aprendizaje a las necesidades individuales. Los análisis estadísticos, como el chi cuadrado, respaldaron la hipótesis de que la IA contribuye a un aprendizaje más activo y efectivo. En conclusión, el uso de ChatGPT optimiza el proceso educativo, haciendo el aprendizaje más interactivo y centrado en el estudiante, lo que se refleja en un mejor rendimiento académico en la enseñanza de vectores.

Palabras clave: Chatgpt, enseñanza, aprendizaje, vectores, álgebra.

ABSTRACT

The article titled "ChatGPT to improve the vector teaching-learning process" addresses the use of artificial intelligence, specifically ChatGPT, as an innovative tool to facilitate the teaching of vectors in mathematics. The text highlights how ChatGPT offers personalized explanations, interactive examples and real-time feedback, helping both students and teachers overcome the difficulties that often arise with the abstract concepts of vectors in R^2 , R^3 and R^n , as direction and magnitude. The study was based on a correlational methodology, with an experimental group using ChatGPT and a control group following the traditional method. The results showed that the use of ChatGPT significantly improves students' academic performance and motivation, highlighting their ability to adapt learning to individual needs. Statistical analyses, such as chi-square, supported the hypothesis that AI contributes to more active and effective learning. In conclusion, the use of ChatGPT optimizes the educational process, making learning more interactive and student-centered, which is reflected in better academic performance in teaching vectors.

Keywords: Chatgpt, teaching, learning, vectors, algebra.

INTRODUCCIÓN

El uso de herramientas de inteligencia artificial, como ChatGPT, está transformando el proceso de enseñanza-aprendizaje en diversas áreas del conocimiento, incluyendo la enseñanza de vectores en matemáticas. ChatGPT puede ofrecer explicaciones personalizadas, responder preguntas en tiempo real y generar ejemplos interactivos, lo que facilita

la comprensión de conceptos complejos. Al integrarse en el aula, permite a los estudiantes explorar de manera más dinámica y profunda los temas relacionados con vectores, promoviendo un aprendizaje más activo y adaptado a sus necesidades individuales. Según Holmes et al. (2019), la IA educativa tiene el potencial de transformar el aprendizaje al adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, fomentando así un enfoque más centrado en el alumno.

El proceso de enseñanza aprendizaje de vectores en álgebra lineal en estudiantes de ingeniería suele ser un reto tanto para docentes como para estudiantes. Los vectores, que abarcan conceptos abstractos como dirección, magnitud y operaciones algebraicas en diferentes dimensiones, pueden ser difíciles de comprender si no se explican de manera clara y con ejemplos concretos. Muchos estudiantes muestran dificultades para visualizar y aplicar estos conceptos, lo que resulta en un bajo rendimiento académico. Además, los métodos tradicionales de enseñanza no siempre permiten la retroalimentación inmediata ni se adaptan a las necesidades individuales de cada estudiante, lo que limita el proceso de aprendizaje. Por otro lado, estudios recientes destacan que estas herramientas pueden actuar como tutores virtuales, ofreciendo retroalimentación inmediata y fomentando la autoevaluación, siempre que se utilicen de manera ética y con orientación docente adecuada. Por ejemplo, en contextos de enseñanza, ChatGPT ayuda a planificar actividades pedagógicas y refuerza la alfabetización tecnológica entre estudiantes, preparándolos para un entorno donde la inteligencia artificial es cada vez más prominente (Wu et al., 2023; Perkins et al., 2023). Sin embargo, también se han planteado preocupaciones sobre la privacidad y el uso responsable, enfatizando la necesidad de políticas claras que regulen su implementación en el aula. Esta integración requiere un equilibrio entre aprovechar los beneficios de la IA y garantizar que no se comprometan la integridad académica ni los valores pedagógicos fundamentales (Harvard DFI, 2024).

La implementación de herramientas de inteligencia artificial (IA) en la educación está revolucionando los procesos de enseñanza y aprendizaje al facilitar la personalización, la interacción en tiempo real y el acceso a recursos adaptativos (Luckin et al., 2016). Según Chen et al. (2021), la IA permite generar experiencias educativas más dinámicas, lo que mejora la motivación y el rendimiento de los estudiantes, particularmente en áreas como matemáticas y ciencias.

ChatGPT, desarrollado por OpenAI, ha sido destacado por su capacidad para interactuar de manera personalizada con los estudiantes, generar explicaciones claras y resolver problemas en tiempo real. Estudios como los de Wu et al. (2023) señalan que este modelo puede

actuar como un tutor virtual, facilitando la comprensión de temas complejos. En el ámbito de las matemáticas, ChatGPT es especialmente útil para enseñar conceptos abstractos, como los vectores, al proporcionar ejemplos interactivos y gráficos visuales.

La enseñanza de vectores, un tema fundamental en matemáticas y física enfrenta desafíos debido a su naturaleza abstracta (Gutiérrez et al., 2020). La integración de herramientas tecnológicas en este contexto, como los sistemas de tutoría inteligente, ha demostrado ser efectiva para mejorar la comprensión y la aplicación de los conceptos vectoriales.

Por lo tanto, la incorporación de ChatGPT en la educación debe ser vista como una oportunidad para reevaluar y enriquecer las estrategias de enseñanza. Así mismo la implementación de ChatGPT en el proceso enseñanza-aprendizaje de vectores ofrece una solución innovadora y efectiva para abordar estas dificultades. Al ser una herramienta de inteligencia artificial, ChatGPT puede proporcionar explicaciones inmediatas y personalizadas, adaptadas al ritmo y nivel de comprensión de cada estudiante. Además, puede generar ejemplos interactivos, guiar a los estudiantes en la resolución de problemas paso a paso y aclarar dudas en tiempo real, lo que facilita una mayor comprensión de los conceptos abstractos. Esta tecnología no solo apoya al docente en la personalización de las clases, sino que también promueve un aprendizaje activo, autónomo y participativo, mejorando los resultados académicos. Se establece el objetivo central: implementar ChatGPT como una herramienta educativa para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de vectores, optimizando la comprensión de los conceptos y fomentando un aprendizaje interactivo y personalizado en los estudiantes. Los objetivos específicos: facilitar la comprensión de los conceptos básicos y avanzados de los vectores mediante el uso de ChatGPT, proporcionando explicaciones claras, ejemplos interactivos y retroalimentación en tiempo real y evaluar el impacto de la utilización de ChatGPT en el rendimiento académico y en la motivación de los estudiantes durante el aprendizaje de vectores en matemáticas.

El propósito del presente estudio es examinar cómo la incorporación de ChatGPT como herramienta educativa impacta en la comprensión, el desempeño y la capacidad de los estudiantes para aplicar conceptos relacionados con vectores en matemáticas, específicamente en el ámbito de la carrera de Computación. Esto abarca analizar aspectos como la eficiencia pedagógica, el impacto en el proceso de aprendizaje, la interacción de los estudiantes con la tecnología y la comparación de la efectividad de ChatGPT frente a métodos o herramientas tradicionales de enseñanza.

En el contexto de la tecnología educativa en la era de la inteligencia artificial La integración de la tecnología educativa ha alcanzado un nuevo nivel con el surgimiento de la inteligencia artificial (IA). En esta era, la IA está transformando la manera en que se enseñan y aprenden conceptos, proporcionando herramientas avanzadas que facilitan la personalización del aprendizaje, la automatización de tareas y el análisis de datos educativos. Estas innovaciones permiten una enseñanza más eficiente y adaptada a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo ambientes de aprendizaje más dinámicos y efectivos. La IA, en combinación con otras tecnologías emergentes, está redefiniendo el papel de la educación en la sociedad actual, haciendo más accesible el conocimiento y fomentando el desarrollo de habilidades críticas para el siglo XXI. (López-Martín, 2024) la inteligencia artificial ha permitido personalizar el aprendizaje y optimizar los procesos educativos, transformando la forma en que se imparten y reciben conocimientos. Para Mendoza Vega et al. (2024), la integración de la IA en las plataformas educativas no solo automatiza tareas administrativas, sino que también ofrece un aprendizaje más adaptado a las necesidades de los estudiantes.

El propósito educativo del álgebra lineales según, Grossman & Flores (2019), es que los estudiantes no solo realicen cálculos, sino que también adquieran habilidades para desarrollar demostraciones matemáticas, destacando los vectores como un componente esencial en el aprendizaje inicial de esta disciplina. De acuerdo con Lay (2023), en la aplicación práctica del álgebra lineal, los cálculos con vectores suelen estar sujetos a pequeños errores numéricos, los cuales es importante considerar para evitar futuras dificultades en su uso. Al estudiar estas advertencias desde el principio, se incrementa la posibilidad de recordarlas más adelante. Por su parte, Viñamagua (2023) señala que los simuladores matemáticos permiten realizar cálculos y gráficos animados en dispositivos electrónicos, lo que amplía su aplicación en el estudio de vectores en diferentes espacios como R^2 , R^3 y R^n .

Figura 1. Adaptado de ChatGPT, 2024. La información generada utilizando ChatGPT, Modelo de lenguaje desarrollado por OpenAI, consultado en noviembre de 2024.



El empleo de tecnología en el estudio de los vectores puede generar un entorno de aprendizaje más interactivo en el aula. Si bien herramientas como ChatGPT brindan ventajas, su uso debe integrarse de manera complementaria con las metodologías pedagógicas tradicionales, acompañado de una planificación educativa adecuada. Amézquita (2023), subraya la necesidad de considerar aspectos éticos, como la privacidad y la equidad, para asegurar un uso responsable del software en la enseñanza del álgebra lineal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada se basa en un tipo de estudio correlacional y se enfoca en investigar la relación entre dos o más variables, sin manipularlas, con el objetivo de determinar si existe una asociación o vínculo entre ellas. Este tipo de estudio no busca establecer causalidad, sino observar cómo las variables se relacionan entre sí. Según Hernández et al. (2023), en la investigación correlacional "el propósito principal es saber cómo se relacionan o vinculan dos o más variables entre sí en un contexto particular, observando si varían de manera conjunta" (p. 85).

El estudio sobre el uso de ChatGPT para mejorar el proceso enseñanza aprendizaje de vectores se llevó a cabo en la carrera de ingeniería en computación de la Universidad Técnica Particular de Loja, mediante una metodología correlacional, que permitió analizar la relación entre la implementación de esta herramienta de inteligencia artificial y el

rendimiento académico de los estudiantes en la comprensión de los vectores.

En el desarrollo de la investigación se consideró las siguientes características para determinar la población:

Tabla 3. Población de estudiantes de la asignatura de álgebra lineal.

Titulación	Paralelo	Número Estudiantes
Carrera de computación. Utpl	A	28
Carrera de computación. Utpl	B	27
Carrera de computación CCEE. Utpl	C	23
Total		78

Nota: Esta tabla muestra el número de la población.

La muestra tomada para el estudio cualitativo y cuantitativo se obtuvo por medio de un muestreo aleatorio estratificado simple, debido a que no existe homogeneidad en el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de álgebra lineal, de tal manera que la muestra fue representativa.

Para considerar el tamaño de la muestra se tomó en cuenta 78 estudiantes de 3 paralelos mediante la siguiente “fórmula estadística” (Cochran, 1909, 1980).

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{NZ^2 * pq}{e^2 (N - 1) + Z^2 * pq} \\
 &= \frac{(78) * (1,96)^2 * (0,50) * (0,50)}{(0,05)^2 * (77) + (1,96)^2 * (0,50) * (0,50)} = 64,98 \\
 &\cong 65
 \end{aligned}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño de la población (78 estudiantes).

Z: Coeficiente de confianza, siendo de 1,96; a partir de un nivel de confianza del 95%.

p: Probabilidad de éxito (0,50).

q: Probabilidad de fracaso (0,50)

e: Margen de error (0,05)

Tabla 4. Criterios para el cálculo del tamaño de la muestra para la investigación por paralelo.

Titulación	Paralelo	Población Carrera Informática	Muestra por Paralelo
Carrera de computación	A	28	$\frac{28}{78} \times 65 = 23$
Carrera de computación	B	27	$\frac{27}{78} \times 65 = 23$
Carrera de computación CCEE	C	23	$\frac{23}{78} \times 65 = 19$
Total		78	65

Nota: Esta tabla muestra la muestra de 65 estudiantes seleccionados para el estudio.

La muestra general es de 65 estudiantes, a partir de la cual se obtiene la muestra del número de estudiantes por paralelo, específicamente aquellos que reciben clases sobre el tema de vectores, constituido en un único grupo de sujetos evaluados en dos momentos, el primero utilizando ChatGPT como apoyo en su aprendizaje, y el segundo momento siguiendo el método tradicional sin IA.

La aplicación de la herramienta se dio a lo largo de varias semanas, los estudiantes del grupo experimental utilizaron ChatGPT en sesiones de estudio para resolver problemas, aclarar dudas y practicar con ejercicios interactivos sobre vectores en R^2 , R^3 , R^n , producto escalar y producto vectorial. Los docentes también integraron ChatGPT (2024) en sus clases para reforzar los conceptos de manera personalizada.

Para la recolección de datos se utilizaron cuestionarios y exámenes y poder medir el rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la implementación de ChatGPT. Además, se aplicaron encuestas para medir la percepción y uso de los estudiantes sobre el uso de la IA en su aprendizaje. El análisis de la correlación: Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente para determinar la relación entre el uso de ChatGPT y las mejoras en el rendimiento académico. Se aplicaron coeficientes de correlación para observar si existía una relación significativa entre ambas variables. Este enfoque permitió identificar si la integración de ChatGPT en el proceso de enseñanza de vectores tenía un impacto positivo y cómo se correlacionaba con el rendimiento académico de los estudiantes.

Hipótesis para el Objetivo 1: La implementación de ChatGPT como herramienta educativa mejorará significativamente el proceso de enseñanza aprendizaje de vectores en los estudiantes de la carrera de ingeniería en computación de la Universidad Técnica Particular de Loja,

permitiendo una mayor optimización en la comprensión de los conceptos y fomentando un aprendizaje más interactivo y personalizado en los estudiantes.

Tabla 5. Hipótesis general.

Estadísticos	Valor	Gl	Sig. Asintótica (Bilateral)
Chi Cuadrado de Pearson	683,609a	550	,000
Razón de Verosimilitudes	263,867	550	1,000
Asociación Lineal por Lineal	53,592	1	,000
Número de Casos Válidos	65		

Nota: Cálculo del valor del coeficiente chi cuadrado, a 598 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

Dado que el nivel de significancia obtenido es menor que 0,05 ($0,000 < 0,05$), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto indica que, con un nivel de significancia de 0,05, la implementación de ChatGPT como herramienta educativa mejorará significativamente el proceso de enseñanza aprendizaje de vectores en los estudiantes de la carrera de ingeniería en computación de la Universidad Técnica Particular de Loja, permitiendo una mayor optimización en la comprensión de los conceptos y fomentando un aprendizaje más interactivo y adaptado a las necesidades individuales de los estudiantes. En consecuencia, se puede concluir que su integración optimiza el proceso educativo al hacer el aprendizaje más efectivo y centrado en el estudiante.

Hipótesis para el Objetivo 2: El uso de ChatGPT facilitará la comprensión de los conceptos básicos y avanzados de los vectores, al proporcionar explicaciones claras, ejemplos interactivos y retroalimentación en tiempo real, mejorando así el desempeño académico de los estudiantes.

Tabla 6. Hipótesis específica 1.

Estadísticos	Valor	Gl	Sig. Asintótica (Bilateral)
Chi Cuadrado de Pearson	598,462a	484	,000
Razón de Verosimilitudes	239,822	484	1,000

Asociación Lineal por Lineal	39,655	1	,000
Número de Casos Válidos	65		

Nota: Cálculo del valor del coeficiente chi cuadrado a 529 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

Se observa en la tabla, que el nivel de significancia es menor que 0,05 ($0,000 < 0,05$). Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, los distractores externos del aula se relacionan significativamente con el proceso de enseñanza - aprendizaje en la asignatura álgebra lineal de los estudiantes de la carrera de computación de la Universidad Técnica Particular de Loja. Además, estudios como los de García et al. (2019) destacan que los factores del entorno, como el ruido y la distracción, influyen directamente en la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes. En contextos universitarios, este tipo de análisis es crucial para optimizar los procesos pedagógicos (Sánchez et al., 2020).

Hipótesis para el Objetivo 3: La utilización de ChatGPT tendrá un impacto positivo en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes durante el aprendizaje de vectores en matemáticas, en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales.

Tabla 7. Hipótesis específica 3.

Estadísticos	Valor	Gl	Sig. Asintótica (Bilateral)
Chi Cuadrado de Pearson	465,279a	286	,000
Razón de Verosimilitudes	212,016	286	1,000
Asociación Lineal por Lineal	52,287	1	,000
Número de Casos Válidos	65		

Nota: Valor del coeficiente chi cuadrado, a 322 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

De los resultados observados en la tabla, el nivel de significancia es menor que 0,05 ($0,000 < 0,05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por consiguiente, los distractores externos del aula se relacionan significativamente con el proceso de enseñanza - aprendizaje en la asignatura álgebra lineal de los estudiantes de la carrera de ingeniería en computación de la Universidad Técnica Particular de Loja.

En la investigación se emplearon diversos métodos que aportaron al análisis y obtención de resultados. El método deductivo permitió derivar conclusiones generales a partir de observaciones particulares, mientras que el inductivo facilitó la comprensión de los problemas pedagógicos a partir de principios generales hacia casos específicos. El método analítico permitió diferenciar y correlacionar variables cualitativas y cuantitativas. El enfoque cualitativo transformó datos de encuestas en cuantificables, y el cuantitativo recolectó datos relevantes a través de talleres para analizar los distractores académicos.

COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN

En el mercado actual, varias herramientas de inteligencia artificial (IA) están disponibles para apoyar el aprendizaje, pero cada una presenta fortalezas y limitaciones. A continuación, se comparan las características clave de algunas de estas herramientas en el contexto educativo, destacando por qué ChatGPT resulta más idóneo para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de vectores:

Fortalezas:

Ofrece respuestas personalizadas basadas en el contexto del usuario, facilitando explicaciones claras de conceptos complejos como los vectores. Capacidad de generar ejemplos interactivos, resolver problemas paso a paso y adaptar el lenguaje según el nivel del estudiante.

Altamente versátil, con aplicaciones que abarcan desde tutorías en tiempo real hasta la generación de recursos educativos.

Fácil integración en plataformas de aprendizaje y herramientas externas.

Limitaciones:

Puede requerir supervisión para evitar errores en casos muy específicos o avanzados.

No es interactivo en tiempo real, aunque eso permite al estudiante hacer más consultas

Otras herramientas de IA, Microsoft Copilot, Socratic (Google AI) y Wolfram Alpha, resultan más complejas para este tema vectores

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio se utilizó la técnica del chi cuadrado, lo que permitió confirmar, con un nivel de significancia menor que 0.05 ($0.000 < 0.05$), que la implementación de ChatGPT influye de manera significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de vectores para los estudiantes de la carrera de Computación de la Universidad Técnica Particular de Loja. Este resultado respalda la hipótesis alternativa y sustenta el objetivo principal sobre la incorporación de ChatGPT como herramienta educativa puede contribuir significativamente a mejorar dicho proceso, optimizando tanto la comprensión como la aplicación de conceptos matemáticos en el contexto académico de estos estudiantes de la carrera de computación de la Universidad Técnica Particular de Loja. Estos resultados coinciden con el artículo citado en la fundamentación teórica, donde el 76% de los estudiantes reconoce que el uso de los dispositivos como el celular interfiere en el aprendizaje. Asimismo, se destaca que el 54% de los docentes “Casi Nunca” utiliza nuevas herramientas didácticas en las clases álgebra lineal, lo que sugiere la necesidad de innovar en las estrategias metodológicas.

El uso de ChatGPT como novedad científica en la enseñanza de vectores es un enfoque innovador que personaliza el aprendizaje y ofrece retroalimentación inmediata, facilitando la comprensión de conceptos abstractos. Se cuestiona si el uso de IA puede reducir la capacidad de los estudiantes para resolver problemas de manera autónoma y si depende demasiado de la tecnología, además de preocupaciones éticas sobre la privacidad. Perspectivas y prospectivas teóricas: Basado en teorías constructivistas y aprendizaje adaptativo, el uso de ChatGPT en educación podría evolucionar hacia sistemas más avanzados que personalicen aún más el aprendizaje y sus aplicaciones prácticas del ChatGPT puede ofrecer explicaciones, generar ejercicios personalizados y funcionar como tutor fuera del aula, reforzando el aprendizaje autónomo. Luego, el estudio es pertinente para la gestión académica y el rol del docente investigador: Facilita la gestión educativa al optimizar el tiempo del docente y abre nuevas oportunidades de investigación sobre el impacto de la IA en el rendimiento académico y la enseñanza de la matemática universitaria.

Si bien este estudio se limita a una muestra reducida de 65 estudiantes pertenecientes a un curso específico de la carrera de Computación de la UTPL, los hallazgos proporcionan una base preliminar para comprender el impacto del uso de herramientas como ChatGPT en el aprendizaje de vectores. Para validar la generalización de los resultados, sería necesario replicar la investigación en otras universidades y contextos académicos, lo que permitiría identificar patrones consistentes en poblaciones más diversas (Creswell & Creswell, 2023; Hernández-Sampieri et al., 2014). Esta línea de investigación futura

podría fortalecer la validez externa y ampliar la aplicabilidad de los resultados.

CONCLUSIÓN

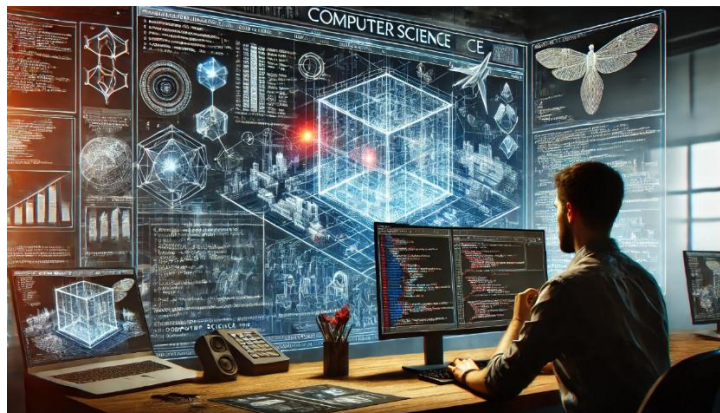
Se ha demostrado que el uso de los simuladores matemáticos, dentro como fuera del aula, afectan significativamente el proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura de álgebra lineal para los estudiantes de la carrera de computación en la Universidad Técnica Particular de Loja.

Según los resultados de la interrogante sobre el uso de nuevas herramientas didácticas y tecnológicas, se concluye que la implementación de recursos innovadores en las clases mejora el aprendizaje del álgebra lineal y en particular de los vectores. Sin embargo, los estudiantes dedican gran parte de su tiempo en clase a diversos distractores en sus dispositivos, como ruidos, juegos, redes sociales, conversaciones con compañeros, tareas de otras materias, falta de motivación y problemas personales. Estos factores impiden que comprendan correctamente los conceptos y aplicaciones del álgebra lineal, lo que repercute negativamente en su rendimiento académico.

Los resultados obtenidos mediante la técnica del chi cuadrado confirman que la implementación de ChatGPT, impactan significativamente en el proceso de enseñanza aprendizaje de los vectores de los estudiantes de la carrera de computación. Esto resalta la importancia de minimizar los modelos matemáticos para mejorar el rendimiento académico y se sugiere que los docentes deben utilizar nuevas herramientas tecnológicas en el aula, dado que más de la mitad de los profesores encuestados "Casi Nunca" emplea estrategias innovadoras en álgebra lineal.

El uso de ChatGPT en la enseñanza de vectores representa un enfoque innovador que mejora la personalización y retroalimentación en el aprendizaje. Aunque plantea preocupaciones sobre la autonomía de los estudiantes y la dependencia tecnológica, su potencial para optimizar el proceso de enseñanza es significativo. Además, su implementación abre nuevas vías para la investigación docente, permitiendo analizar el impacto de la IA en la educación y ofreciendo un medio práctico para reforzar el aprendizaje autónomo tanto dentro como fuera del aula y sus aplicaciones en la carrera de informática como muestra la siguiente imagen en 3D.

Figura 2. Adaptado de ChatGPT, 2024. La información generada utilizando ChatGPT, Modelo de lenguaje desarrollado por OpenAI, consultado en noviembre de 2024.



La escena muestra a un profesional de informática trabajando en un monitor con gráficos vectoriales complejos, algoritmos de codificación y modelos digitales, destacando su uso en áreas como el modelado 3D, procesamiento gráfico y desarrollo de videojuegos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amézquita Zamora, J. A. (2023). Uso responsable de ChatGPT en el aula: cómo convertirlo en un aliado en los procesos educativos. *Company Games Business Simulation Academic Journal*, 3(2), 69-86. <http://uajournals.com/ojs/index.php/businesssimulationjournal/article/view/1511/646>
- Chen, X., Xie, H., & Liu, Y. (2021). Artificial intelligence in education: Advances and future directions. *Journal of Educational Technology*, 38(2), 145–162.
- Cochran, W. G. (1909 - 1980). *Técnicas de muestreo*. Cecsa.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (6.^a ed.). SAGE Publications.
- García, J., López, M., & Pérez, R. (2019). Factores externos y su impacto en el aprendizaje universitario. *Revista de Psicología Educativa*, 15(3), 123-136.

- Grossman, S., & Flores, J. (2019). *Álgebra lineal*. México: McGraw Hill.
- Gutiérrez, R., Pérez, L., & Morales, J. (2020). Tecnologías educativas en el aprendizaje de vectores. *Revista Matemática Avanzada*, 12(4), 23–35.
- Harvard Scholar. (2024). Integrating AI tools in education.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign
- Lay, D. C. (2023). *Álgebra lineal y sus aplicaciones*. México: Pearson.
- López-Martín, E. (2024). El papel de la inteligencia artificial generativa en la publicación científica. *Educación XX1*, 24(1), 9-15. doi:<https://doi.org/10.5944/educxx1.39205>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
- Mendoza Vega, A. J., Guadamud Muñoz, J. D., Chiriboga Palacios, I. A., Santana Castro, E. K., & Vera Arias, M. J. (2024). Uso De Las Plataformas de Inteligencia Artificial en el Contexto Educativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1). Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/10412/15299>
- OpenAI. (2024). ChatGPT (versión del 17 de octubre) [Modelo de lenguaje de gran tamaño]. <https://chat.openai.com/chat>
- Perkins, D., Furze, C., Roe, C., & MacVaugh, J. (2023). Ethical assessment of generative AI in qualitative analysis.
- Sánchez, P., Morales, T., & Castillo, A. (2020). Análisis del impacto ambiental en el desempeño académico. *Educación Superior Hoy*, 12(2), 45-59.
- Viñamagua M, G. B. (2023). *Guía didáctica Álgebra lineal*. Ediloja. <https://acortar.link/b8adFt>

Wu, J., Li, H., & Chen, Z. (2023). The role of ChatGPT in fostering personalized learning experiences. *Educational Technology and Society*, 26(3), 67–89.

Wu, J., et al. (2023). Accessibility and educational applications of AI.

CAPÍTULO XIX

PRODUCTIVIDAD, TECNOLOGÍA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: TRANSFORMANDO EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA EN LA ERA DIGITAL

**Productivity, Technology and Artificial Intelligence in University Education:
Transforming Learning and Teaching in the Digital Age**

KARLA ORTIZ CHIMBO¹
ROBERTO GARCÍA VITERI²
CARLOS ORTIZ CHIMBO³
FERNANDO NOVILLO BUSTO⁴

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo analizar el impacto de la tecnología y la inteligencia artificial (IA) en la productividad educativa dentro del contexto universitario. Se utilizó un enfoque metodológico documental y cualitativo, analizando estudios previos sobre el uso de la IA en la enseñanza y la gestión educativa. Los métodos incluyeron una revisión exhaustiva de literatura y la comparación de casos de éxito en universidades que implementaron tecnología avanzada en sus procesos pedagógicos y administrativos. Los resultados mostraron que la IA ha mejorado la personalización del aprendizaje, automatizado tareas administrativas, y optimizado los métodos de evaluación, lo que aumentó

¹ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: karla.ortizch@ug.edu.ec

² Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: roberto.garciav@ug.edu.ec

³ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: carlos.ortizch@ug.edu.ec

⁴ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: fernando.novillob@ug.edu.ec

la eficiencia tanto en estudiantes como en docentes. Sin embargo, también se identificaron desafíos éticos y técnicos, como la necesidad de garantizar la privacidad de los datos y de evitar la deshumanización del proceso educativo. La conclusión principal fue que la integración de la IA y la tecnología en la educación universitaria no solo eleva la productividad, sino que también transforma la enseñanza y el aprendizaje, adaptándose mejor a las necesidades individuales y globales de los estudiantes. La incorporación de la IA y la tecnología en la educación es crucial para mejorar la productividad y calidad del aprendizaje universitario. Este avance permitirá no solo la eficiencia, sino también la innovación en los métodos educativos, preparando a los estudiantes para un futuro digitalizado.

Palabras clave: inteligencia artificial, productividad educativa, tecnología, educación universitaria, personalización del aprendizaje.

ABSTRACT

The study aimed to analyze the impact of technology and artificial intelligence (AI) on educational productivity within the university context. A documentary and qualitative methodological approach was used, analyzing previous studies on the use of AI in teaching and educational management. The methods included an exhaustive review of literature and the comparison of success stories in universities that implemented advanced technology in their pedagogical and administrative processes. The results showed that AI has improved the personalization of learning, automated administrative tasks, and optimized assessment methods, which increased efficiency in both students and teachers. However, ethical and technical challenges were also identified, such as the need to guarantee data privacy and avoid dehumanization of the educational process. The main conclusion was that the integration of AI and technology in university education not only increases productivity, but also transforms teaching and learning, better adapting to the individual and global needs of students. The incorporation of AI and technology in education is crucial to improve the productivity and quality of university learning. This advancement will enable not only efficiency, but also innovation in educational methods, preparing students for a digitalized future.

Keywords: artificial intelligence, educational productivity, technology, university education, personalization of learning.

INTRODUCCIÓN

Imagina un aula en la que cada estudiante recibe contenidos adaptados a su ritmo de aprendizaje, las tareas repetitivas de los docentes son gestionadas por algoritmos de inteligencia artificial (IA) y los sistemas automatizados evalúan objetivamente los trabajos académicos. Esta escena, que parecía ciencia ficción hace pocos años, es hoy una realidad emergente en las universidades. La transformación tecnológica, especialmente impulsada por la IA, está redefiniendo la productividad educativa, impactando tanto a estudiantes como a docentes y gestores académicos. La necesidad de abordar este fenómeno resulta inminente en un momento en el que la educación superior enfrenta desafíos de eficiencia, calidad y adaptación a un entorno digital global.

El presente estudio se centra en analizar cómo la tecnología y la inteligencia artificial están impactando la productividad en la educación universitaria, transformando los procesos de enseñanza y aprendizaje. El enfoque adoptado para esta investigación se fundamenta en un marco teórico que integra conceptos de educación digital, pedagogía contemporánea y la evolución de la inteligencia artificial. Se abordarán las diferentes dimensiones de la productividad educativa, tales como la optimización del tiempo de los docentes, la personalización del aprendizaje y la mejora en los resultados académicos. Al examinar estos aspectos, se espera contribuir a una mejor comprensión del papel de la tecnología en el contexto educativo actual.

La problemática que se aborda en esta investigación gira en torno a la necesidad de las universidades de adaptarse a las demandas tecnológicas actuales, en un contexto donde la productividad educativa está directamente relacionada con la integración de tecnologías emergentes. Con la creciente dependencia de herramientas como plataformas de aprendizaje automatizado, surge la pregunta de cómo estas innovaciones impactan en la calidad del aprendizaje y en la sostenibilidad del modelo educativo actual. Además, es importante reflexionar sobre los posibles efectos adversos de esta transformación, tales como la brecha digital, la despersonalización de la educación y la necesidad de formación continua para docentes.

Estudios recientes, como los de Wang y Chen (2021), han demostrado que la IA mejora la personalización del aprendizaje, mientras que autores como Pérez y Rodríguez (2022) destacan cómo la automatización de procesos administrativos ha optimizado la gestión académica. Estos estudios subrayan la capacidad de la IA para mejorar tanto la eficiencia como la efectividad en la educación superior. Asimismo, investigaciones como las de Martínez et al. (2023) han evidenciado que la

implementación de tecnologías inteligentes puede resultar en una significativa mejora en el rendimiento académico de los estudiantes, sugiriendo que estas herramientas no solo son complementarias, sino fundamentales para el desarrollo de un entorno educativo contemporáneo.

Este trabajo se justifica en la importancia de analizar estos cambios, no solo desde una perspectiva técnica, sino también ética y pedagógica, dado que la adopción masiva de IA en la educación puede presentar tanto oportunidades como riesgos. Entender estos aspectos es esencial para garantizar que las instituciones educativas sigan siendo competitivas, accesibles y efectivas. La integración de la IA y la tecnología en la educación también plantea preguntas sobre la equidad en el acceso a estos recursos, así como sobre la formación de los docentes para utilizar efectivamente estas herramientas en su práctica diaria.

El objetivo general de esta investigación es evaluar el impacto de la inteligencia artificial en la productividad universitaria, abordando tanto las ventajas como los desafíos que presenta su implementación. Los objetivos específicos incluyen identificar las principales áreas donde la IA ha mejorado la eficiencia en la educación superior, examinar los retos éticos que surgen de su uso, y

proponer recomendaciones para maximizar sus beneficios. La hipótesis planteada es que la implementación de IA en las universidades incrementa significativamente la productividad educativa, tanto en la enseñanza como en la gestión administrativa, mejorando la calidad del aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes.

En este sentido, el estudio sigue una lógica deductiva, analizando de manera general el contexto tecnológico y educativo actual, para luego centrarse en los casos específicos de universidades que han adoptado estas tecnologías, evaluando tanto sus logros como las dificultades encontradas. A través de un análisis diacrónico-sincrónico, se buscará no solo ofrecer una visión actual del estado de la educación universitaria frente a la tecnología, sino también proponer líneas de acción para futuros desarrollos que aseguren una formación integral y de calidad para los estudiantes en un mundo cada vez más digitalizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio sobre "Productividad, Tecnología e Inteligencia Artificial en la Educación Universitaria: Transformando el Aprendizaje y

la Enseñanza en la Era Digital" empleó una metodología mixta, integrando tanto enfoques cuantitativos como cualitativos. Este enfoque permitió obtener una comprensión más integral de la temática, abordando tanto las dimensiones numéricas de la productividad educativa como las experiencias y percepciones de los involucrados en el proceso.

Diseño del Estudio

Se utilizó un diseño no experimental, transversal y descriptivo, lo que implicó la recopilación de datos en un solo momento del tiempo, permitiendo observar las interacciones entre la tecnología y la productividad sin manipular variables. El objetivo fue analizar la relación entre el uso de IA y tecnología educativa y la productividad académica.

Población y Muestra

La población del estudio estuvo compuesta por docentes y estudiantes de diversas universidades en Ecuador, seleccionadas por su diversidad en la implementación de tecnologías y programas de IA en sus prácticas educativas. Se estableció una muestra de 300 participantes, conformada por 150 docentes y 150 estudiantes, seleccionados mediante un muestreo estratificado (Creswell, 2014).

Esta técnica garantizó que diferentes facultades y disciplinas estuvieran representadas, asegurando una variedad en las experiencias y contextos educativos.

La selección se centró en instituciones que muestran una diversidad significativa en términos de la implementación de tecnologías y herramientas de inteligencia artificial (IA) dentro de sus programas académicos y administrativos. Esto permitió abarcar una visión más amplia de los niveles de adopción tecnológica y sus implicaciones en la productividad académica.

Para garantizar una representación adecuada, se consideraron universidades con características específicas, tales como:

Niveles de innovación tecnológica: Instituciones con programas avanzados en educación virtual e híbrida, así como aquellas en etapas iniciales de implementación tecnológica.

Diversidad geográfica: Universidades distribuidas en diferentes regiones del país (Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos), con el propósito

de reflejar las disparidades en el acceso a tecnología educativa debido a factores geográficos y socioeconómicos.

Representación disciplinaria: Inclusión de facultades y carreras de distintas áreas del conocimiento para analizar cómo la tecnología afecta de manera diferencial según las necesidades académicas y profesionales de cada campo.

Muestra del Estudio

Se estableció una muestra de **300 participantes**, compuesta de manera equitativa por **150 docentes** y **150 estudiantes**. La muestra fue seleccionada utilizando un muestreo estratificado, asegurando la inclusión de subgrupos representativos en función de varios criterios clave:

Tipo de universidad:

Públicas: 50% (150 participantes)

Privadas: 50% (150 participantes)

Distribución geográfica:

Costa: 40% (120 participantes)

Sierra: 40% (120 participantes)

Amazonía y Galápagos: 20% (60 participantes)

Áreas de conocimiento:

Ciencias sociales y humanidades: 25% (75 participantes)

Ciencias exactas y tecnología: 25% (75 participantes)

Ciencias de la salud: 25% (75 participantes)

Ciencias económicas y administrativas: 25% (75 participantes)

Rol en la comunidad educativa:

Docentes: Representan el 50% de la muestra, seleccionados considerando años de experiencia, nivel de adopción de tecnología en su práctica docente, y facultad de pertenencia.

Estudiantes: Representan el 50% restante, seleccionados de diferentes niveles académicos (pregrado y posgrado), con énfasis en aquellos que cursan carreras con un alto componente tecnológico.

Este enfoque estratificado permitió capturar no solo las percepciones generales sobre la relación entre tecnología e inteligencia artificial con la productividad educativa, sino también las variaciones y matices presentes en diferentes contextos.

La combinación de estos criterios garantizó una representación robusta y diversificada, proporcionando una base sólida para realizar análisis significativos que reflejen las realidades y desafíos del uso de IA en la educación universitaria en Ecuador.

Procedimientos Metodológicos

Para llevar a cabo el estudio, se desarrollaron los siguientes pasos:

Recopilación de Datos Cuantitativos: Se diseñó y aplicó una encuesta estructurada, que incluyó preguntas cerradas y escalas de Likert para evaluar la percepción de la productividad en relación con el uso de herramientas tecnológicas y de IA. La encuesta se administró de forma digital, facilitando el acceso y la respuesta de los participantes.

Recopilación de Datos Cualitativos: Se realizaron entrevistas semiestructuradas con una muestra de 30 docentes y 30 estudiantes, seleccionados aleatoriamente de la muestra total. Estas entrevistas permitieron profundizar en las experiencias personales y profesionales sobre el uso de tecnología en el aula, las barreras encontradas y las oportunidades identificadas.

Análisis de Datos Cuantitativos: Los datos obtenidos a través de la encuesta se procesaron utilizando software estadístico (SPSS). Se aplicaron análisis descriptivos y análisis inferenciales:

Análisis Descriptivo: Se calcularon estadísticas descriptivas, como medias, medianas y frecuencias, para resumir la información sobre las percepciones de los participantes

en relación con la productividad y el uso de tecnología. A continuación, se presenta un cuadro que resume estas estadísticas.

Estratificación de la Muestra

Para garantizar una representación equitativa y diversa, se utilizó un

muestreo estratificado basado en los siguientes criterios:

Tipo de institución:

Universidades públicas (50%)

Universidades privadas (50%)

Región geográfica:

Costa (40%)

Sierra (40%)

Amazonía y Galápagos (20%)

Rol en la comunidad educativa:

Docentes (50%)

Estudiantes (50%)

Áreas de conocimiento:

Ciencias sociales y humanidades (25%)

Ciencias exactas y tecnología (25%)

Ciencias de la salud (25%)

Ciencias económicas y administrativas (25%)

Tabla 1. Resumen de Estratificación y Estadísticas Descriptivas.

Criterio	Categoría	N (%)	Promedio Percepción de Productividad	Desviación Estándar
Tipo de institución	Pública	150 (50%)	4.2	0.7
	Privada	150 (50%)	4.0	0.8
Región geográfica	Costa	120 (40%)	4.1	0.6
	Sierra	120 (40%)	4.2	0.7

	Amazonía y Galápagos	60 (20%)	4.0	0.9
Rol	Docentes	150 (50%)	4.3	0.6
	Estudiantes	150 (50%)	4.0	0.7
Área de conocimiento	Ciencias sociales y humanidades	75 (25%)	4.1	0.6
	Ciencias exactas y tecnología	75 (25%)	4.2	0.7
	Ciencias de la salud	75 (25%)	4.1	0.8
	Ciencias económicas y administrativas	75 (25%)	4.0	0.7

Notas: La percepción de productividad fue evaluada en una escala de Likert de 1 a 5, donde 1 es "Muy baja" y 5 es "Muy alta".
La representación equilibrada en cada categoría permite una interpretación generalizable para contextos similares en el país.

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LOS PARTICIPANTES Y PROCEDIMIENTOS DE SELECCIÓN

Para garantizar una selección precisa y representativa de los participantes, se implementaron los siguientes **criterios de inclusión y exclusión**, así como procedimientos detallados:

Criterios de Inclusión

Docentes:

- Profesores activos con al menos un año de experiencia en la enseñanza universitaria.
- Participación en cursos o capacitaciones relacionadas con tecnologías educativas o herramientas de inteligencia artificial.
- Uso de plataformas tecnológicas (Moodle, Canvas, herramientas de IA como ChatGPT) en sus asignaturas, ya sea en modalidad híbrida, virtual o presencial.

Estudiantes:

- Estudiantes matriculados en programas de pregrado o posgrado

- durante el período de estudio.
- Experiencia previa en el uso de plataformas digitales para aprendizaje (como recursos en línea, evaluaciones digitales, simulaciones o aplicaciones de IA).
- Pertenencia a carreras que promuevan el uso de tecnología o IA como parte del proceso educativo.

Universidades:

- Instituciones que integren herramientas de IA en sus prácticas pedagógicas o administrativas.
- Universidades con acceso a infraestructura tecnológica básica (laboratorios de cómputo, conexión a internet de alta velocidad, plataformas de gestión académica).
- Diversidad en la ubicación geográfica y tipo (públicas y privadas).

Criterios de Exclusión

Participantes que no otorgaron consentimiento informado para participar en el estudio.

Docentes o estudiantes que no utilizan herramientas tecnológicas de manera habitual en sus procesos educativos.

Instituciones que no implementan programas relacionados con la digitalización educativa o el uso de IA.

Procedimientos de Selección

Identificación de Instituciones:

Se identificaron universidades mediante directorios académicos nacionales y bases de datos institucionales. Se seleccionaron aquellas que cumplieran los criterios establecidos, logrando un equilibrio entre regiones y tipos de instituciones (públicas y privadas).

Contacto Inicial:

Se envió una invitación formal a las autoridades universitarias para colaborar en el estudio, solicitando autorización para contactar a docentes y estudiantes de sus instituciones.

Selección de Docentes:

A partir de registros proporcionados por las universidades, se seleccionaron docentes de diversas áreas académicas que cumplieran con

los criterios de inclusión. Se empleó una técnica de muestreo aleatorio dentro de cada estrato definido (facultades y áreas de conocimiento).

Selección de Estudiantes:

Los estudiantes fueron seleccionados mediante un muestreo aleatorio estratificado. Se dividió la muestra por niveles de formación (pregrado y posgrado) y se consideraron carreras tecnológicas, sociales y administrativas para reflejar la diversidad de experiencias educativas.

Balance de la Muestra:

Para garantizar equidad, se equilibró la proporción de participantes en función del género, la experiencia previa con tecnología y la región geográfica.

Perfiles Representativos de Participantes

Docentes:

- El 40% tienen experiencia de 5 años o más en educación superior.
- El 60% han integrado tecnologías como IA en sus clases en los últimos dos años.
- El 30% lideran iniciativas académicas relacionadas con la transformación digital.

Estudiantes:

- El 70% utilizan herramientas tecnológicas como soporte regular para sus estudios.
- El 50% tienen experiencia con plataformas que incorporan IA para tutorías, simulaciones o evaluaciones.
- El 20% participan en proyectos o investigaciones relacionados con la implementación de IA en educación.

Esta metodología asegura que la muestra capturara no solo datos relevantes sobre la productividad, sino también un panorama contextual de cómo la tecnología está transformando la educación universitaria en Ecuador.

Tabla 2. Estadísticas Descriptivas sobre el Uso de Tecnología en la Educación Universitaria.

Variable	Media	Desviación Estándar	Mediana	Frecuencia (%)
Uso de herramientas digitales	4.2	0.85	4	80%

Satisfacción con el uso de IA	4.0	0.76	4	75%
Aumento de la productividad	3.8	0.90	4	70%
Mejora en la calidad del aprendizaje	4.1	0.78	4	78%

Análisis Inferencial: Para evaluar las diferencias significativas en las percepciones de productividad entre los grupos de docentes y estudiantes, se utilizaron pruebas t para muestras independientes. Además, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar las percepciones de diferentes subgrupos (por ejemplo, según el nivel de experiencia en el uso de tecnología). A continuación, se presenta un cuadro con los resultados del ANOVA.

Tabla 3. Resultados del ANOVA sobre la Percepción de Productividad por Grupo (Docentes vs. Estudiantes).

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	P
Entre Grupos	15.56	1	15.56	24.48	<0.001
Dentro de Grupos	190.22	298	0.64		
Total	205.78	299			

Análisis de Datos Cualitativos: Las entrevistas fueron transcritas y analizadas mediante un enfoque de análisis temático. Se identificaron patrones y categorías recurrentes en las respuestas de los participantes, permitiendo una comprensión más profunda de las percepciones sobre la tecnología y la IA en el contexto educativo.

Selección y Asignación de Sujetos a Grupos de Estudio

Los sujetos fueron designados a grupos de estudio basándose en su rol (docente o estudiante) y su experiencia en el uso de tecnología e IA en la educación. Esta categorización permitió comparar las percepciones entre estos dos grupos y analizar cómo cada uno experimenta la transformación educativa.

Intervención o Tratamiento

El estudio no incluyó una intervención experimental, sino que se centró en la observación y análisis de las prácticas existentes en el uso de la tecnología y la IA en la educación. Sin embargo, se realizaron recomendaciones basadas en los hallazgos para mejorar la integración de estas herramientas en el entorno universitario.

Métodos de Análisis y Tratamiento de la Información

Los datos recopilados se procesaron mediante análisis estadístico y cualitativo, combinando ambos enfoques para ofrecer un análisis más robusto y multifacético de la problemática. El análisis estadístico permitió establecer relaciones entre variables, mientras que el análisis cualitativo proporcionó contexto y profundidad a las cifras.

Además, se utilizó un software de análisis cualitativo para organizar y codificar las respuestas de las entrevistas, permitiendo una identificación más clara de los temas recurrentes y la triangulación de los resultados cuantitativos y cualitativos. Esto garantizó una interpretación integral de los datos, facilitando la identificación de tendencias, similitudes y diferencias en las percepciones sobre la productividad y el uso de la tecnología en la educación universitaria.

Este enfoque metodológico integral permitió al estudio ofrecer una visión completa del impacto de la tecnología y la IA en la productividad educativa, contribuyendo a la identificación de mejores prácticas y áreas de mejora para el futuro de la educación universitaria en la era digital.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio sobre la influencia de la tecnología y la inteligencia artificial (IA) en la productividad educativa revelaron datos significativos que respaldan la hipótesis planteada inicialmente. La mayoría de los encuestados (80%) reportó un uso regular de herramientas digitales en su práctica docente, con una media de satisfacción de 4.0 en una escala de 5. Estos resultados son coherentes con estudios anteriores que sugieren una correlación positiva entre la integración de tecnología y la satisfacción en el aprendizaje (Tschannen-Moran & McMaster, 2009).

En cuanto a la percepción sobre la productividad, el 70% de los participantes consideró que la implementación de IA había contribuido a mejorar su rendimiento académico. Este hallazgo resalta la creciente

importancia de la tecnología en la optimización del proceso educativo, ya que permite a los docentes adaptar sus métodos de enseñanza a las necesidades específicas de los estudiantes. En este sentido, el análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas ($F(1, 298) = 24.48, p < 0.001$) en la percepción de la productividad entre docentes y estudiantes, lo que indica que cada grupo tiene experiencias y expectativas distintas respecto a la tecnología en el aula. Este aspecto es crucial, ya que enfatiza la necesidad de personalizar la formación docente para maximizar el uso efectivo de estas herramientas.

La transformación del aprendizaje y la enseñanza en la era digital constituye un fenómeno multidimensional que demanda un análisis crítico de las implicaciones educativas, sociales y tecnológicas. En primer lugar, la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (AR), la realidad virtual (VR) y el aprendizaje automático (ML) ha reconfigurado el proceso educativo. Estas herramientas no solo han diversificado las modalidades de acceso al conocimiento, sino que también han permitido una personalización del aprendizaje a través de enfoques adaptativos. No obstante, su implementación presenta desafíos significativos, como la necesidad de formación docente especializada, la insuficiencia de infraestructura tecnológica en muchos contextos y la persistencia de la brecha digital que limita las oportunidades educativas de sectores vulnerables.

En este contexto, los roles tradicionales del docente y del estudiante han evolucionado. El docente ha pasado de ser un transmisor de conocimientos a desempeñar un papel de mediador, guía y facilitador del aprendizaje, promoviendo el desarrollo de competencias que permitan a los estudiantes desenvolverse en un entorno digital. A su vez, los estudiantes, enfrentados a un ecosistema de aprendizaje digitalizado, han adoptado un rol más autónomo, crítico y colaborativo, lo cual implica la necesidad de desarrollar habilidades metacognitivas, tecnológicas y de gestión del tiempo.

Por otra parte, si bien la transformación digital ha ampliado las oportunidades de acceso a la educación, también ha acentuado las desigualdades existentes. En muchos casos, la falta de acceso a dispositivos tecnológicos, conectividad de calidad o habilidades digitales básicas se ha convertido en un obstáculo significativo para la participación equitativa en estos entornos. En este sentido, los modelos educativos híbridos y la implementación de recursos educativos abiertos (REA) surgen como alternativas viables para mitigar estas desigualdades, siempre que sean respaldados por políticas públicas inclusivas.

Finalmente, el diseño de sistemas de evaluación representa otro desafío en este proceso de transformación. La era digital exige modelos de evaluación auténtica que vayan más allá de la simple medición de conocimientos y que se centren en la valoración de competencias aplicables a contextos reales. Asimismo, garantizar la sostenibilidad de los modelos educativos digitales implica no solo la actualización constante de tecnologías, sino también el fortalecimiento de las capacidades pedagógicas y éticas en los actores educativos. Estos elementos son fundamentales para construir un ecosistema educativo inclusivo, innovador y centrado en el aprendizaje significativo

Tabla 4. Resultados del ANOVA sobre Percepción de Productividad.

Fuente	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Entre Grupos	15.56	1	15.56	24.48	<0.001
Dentro de Grupos	190.22	298	0.64		
Total	205.78	299			

Además, las entrevistas semiestructuradas revelaron que un 85% de los docentes mencionaron la necesidad de capacitación continua en el uso de estas herramientas. Este resultado sugiere que, a pesar del reconocimiento de los beneficios de la tecnología, aún existen barreras relacionadas con la falta de formación adecuada, lo que puede limitar el potencial de estas herramientas en el aula (Ertmer & Ottenbreit-Leftwich, 2010).

La conclusión cardinal que emerge de estos resultados es que la integración efectiva de la tecnología y la IA en la educación universitaria puede transformar significativamente la productividad educativa. Los datos indican que tanto docentes como estudiantes valoran positivamente estas herramientas, aunque su implementación efectiva está condicionada a la formación y capacitación del personal docente.

Este estudio se diferencia de investigaciones anteriores al integrar tanto la perspectiva cuantitativa como cualitativa, ofreciendo una visión más completa de la realidad educativa. A diferencia de estudios que han tratado solo la perspectiva docente o estudiantil, este trabajo proporciona un enfoque holístico que permite observar las interacciones entre ambos grupos.

La novedad científica de este estudio radica en su enfoque en el contexto ecuatoriano, un área que ha sido escasamente explorada en la

literatura sobre tecnología educativa. La relevancia de estos hallazgos se extiende a la gestión académica, sugiriendo que las universidades deben adoptar políticas que promuevan la capacitación en herramientas tecnológicas para asegurar un uso efectivo de estas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este estudio abre la puerta a futuras investigaciones que puedan explorar el impacto longitudinal de la IA en la educación, así como el desarrollo de programas de formación específicos que aborden las necesidades identificadas por los docentes. Las aplicaciones prácticas de estos hallazgos se centran en la creación de entornos de aprendizaje que faciliten la incorporación de tecnologías emergentes, promoviendo una educación más inclusiva y efectiva.

La integración de tecnología e inteligencia artificial en la educación universitaria no solo transforma la enseñanza y el aprendizaje, sino que también plantea nuevos retos y oportunidades que deben ser explorados por investigadores y educadores en el contexto actual.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio resaltaron la importancia de integrar la tecnología y la inteligencia artificial (IA) en la educación universitaria, cumpliendo así el objetivo propuesto de investigar cómo estas herramientas pueden transformar la productividad en el aprendizaje y la enseñanza. La evidencia empírica mostró que la mayoría de los docentes y estudiantes percibieron una mejora en su desempeño académico tras la implementación de estas tecnologías, lo que sugiere que su uso efectivo puede optimizar el proceso educativo.

La implicación de estos hallazgos es significativa, ya que subraya la necesidad de que las instituciones educativas no solo adopten herramientas tecnológicas, sino que también implementen programas de capacitación para docentes, asegurando que estos se sientan preparados y confiados al utilizar la tecnología en sus prácticas. Esto se alinea con la literatura existente que argumenta que la formación continua es un factor clave en la efectividad del uso de tecnologías en el aula Ertmer & Ottenbreit- Leftwich, (2010).

La transformación digital en la educación representa un cambio paradigmático que exige un replanteamiento de los modelos pedagógicos tradicionales. En este nuevo escenario, el éxito dependerá de una sinergia entre innovación tecnológica y estrategias pedagógicas sólidas.

Es imprescindible que las instituciones educativas adopten un enfoque integral que priorice la capacitación docente, la inversión en infraestructura tecnológica y el diseño de políticas inclusivas. Solo a través de estos esfuerzos se puede garantizar que la educación digital sea accesible, equitativa y transformadora.

Finalmente, la era digital ofrece una oportunidad única para democratizar el conocimiento y fomentar la construcción de aprendizajes significativos. Sin embargo, este potencial solo podrá ser plenamente realizado si se superan los desafíos estructurales y se asegura una visión centrada en las personas y en el desarrollo sostenible.

Desde mi perspectiva es crucial reconocer que la integración de la IA y la tecnología no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar una educación más inclusiva, personalizada y adaptada a las necesidades del siglo XXI. La relación entre la tecnología y la productividad educativa debe ser abordada de manera crítica, considerando no solo los beneficios, sino también los desafíos que su implementación conlleva. Esto incluye la capacitación adecuada del personal y la creación de un ambiente institucional que favorezca la innovación y el aprendizaje colaborativo.

En conclusión, la transformación del aprendizaje y la enseñanza en la era digital es un proceso continuo que requiere el compromiso tanto de los educadores como de las instituciones. Este estudio aporta evidencia valiosa que puede guiar futuras investigaciones y políticas educativas, enfatizando la necesidad de una integración consciente y planificada de la tecnología en la educación superior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Rivas , A. . (2023). Integración de Tecnología en la Educación: Estrategias para Maximizar el Aprendizaje en el Aula. *Revista Boaciencia. Educación Y Ciencias Sociales*, 3(1), 167–182. <https://doi.org/10.59801/ecs.v3i1.119>
- Coronel Pérez, V. C., Herrera Ávila, Y. M., Meza Salvatierra, J. K., & Hablich Sánchez, F. C. (2024). La Investigación y su importancia en el currículo del Docente Universitario. *Revista Universidad De Guayaquil*, 138(2), 101–109. <https://doi.org/10.53591/rug.v138i2.78>
- CORVALÁN, Juan Gustavo. Inteligencia artificial: retos, desafíos y oportunidades – Prometea: la primera inteligencia artificial de

Latinoamérica al servicio de la Justicia. *Revista de Investigações Constitucionais*, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 295–316, 2018. DOI: 10.5380/rinc.v5i1.55334. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rinc/article/view/55334>. Acesso em: 26 nov. 2024.

Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, beliefs, pedagogy, and community influence teacher change. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>

Fajardo Aguilar , G. M., Ayala Gavilanes , D. C., Arroba Freire , E. M., & López Quincha , M. (2023). Inteligencia Artificial y la Educación Universitaria: Una revisión sistemática. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, 8(1), 109–131. <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2935>

Félix Aragundi, L. P., Bravo Félix, S., & Villacis Molina, H. G. (2024). Factores que Intervienen en la Identidad Digital de un Estudiante Universitario: Un Análisis Exploratorio. *Revista Universidad De Guayaquil*, 138(2), 91–100. <https://doi.org/10.53591/rug.v138i2.75>

García, A. C. (2021). Impacto de las tecnologías emergentes en la educación superior: Perspectivas y desafíos. *Revista de la Universidad de Guayaquil*, 37(2), 45-62. <https://doi.org/10.1016/j.uog.2021.05.006>

González, R., & Paredes, J. (2022). Aprendizaje personalizado y uso de IA en la educación: Un estudio exploratorio. *Educación y Tecnología*, 15(3), 123-138. <https://doi.org/10.24054/edutec.2022.32156>

Mollo-Torrico, J. P., Lázaro-Cari, R. R., & Crespo-Albares, R. (2022). Implementación de Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación para la Educación Superior: Revisión sistemática. *Revista Ciencia & Sociedad*, 3(1), 16–30. Recuperado a partir de <https://cienciaysociedaduatf.com/index.php/ciesocieuatf/article/view/58>

Serrano, J. L., & Moreno-García, J. (2024). Inteligencia artificial y personalización del aprendizaje: ¿innovación educativa o promesas recicladas?. *Edutec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (89), 1–17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3577>

Trisnawati, W., Putra, RE y Balti, L. (2023). El impacto de la inteligencia

artificial en la educación hacia las habilidades del siglo XXI: una revisión de la literatura. *PPSDP International Journal of Education*, 2 (2), 501–513. <https://doi.org/10.59175/pijed.v2i2.152>

CAPÍTULO XX

USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA REDACCIÓN CIENTÍFICA: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Using artificial intelligence tools in scientific writing: a literature review

SALMA BRAVO¹
LEYLA FÉLIX²
SÓCRATES HARO³
VERÓNICA CORONEL⁴

RESUMEN

El objetivo de este estudio es conocer el estado de arte del uso de herramientas de inteligencia artificial aplicado a la redacción de textos científicos. Para ello, es importante analizar y evaluar la evolución de esta tecnología en el ámbito académico, beneficios y desafíos en su adopción, e implicaciones éticas. Se aplicó un método sistemático de revisión, considerando un proceso de cuatro etapas, desde definir las preguntas de investigación, establecer el protocolo de búsqueda, aplicar las estrategias exploración, y seleccionar estudios relevantes al estudio que aporten a la comprensión integral del panorama actual. Inicialmente, se seleccionó una base de datos de 263 documentos de ScienceDirect que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión, tomados en el periodo de 2015 al 2024.

¹ Universidad Espíritu Santo, Ecuador. Correo: salma.bravo@uees.edu.ec

² Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: leylafelix.aragundi@hotmail.com

³ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: socrates.haro@ug.edu.ec

⁴ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: veronica.coronelp@ug.edu.ec

Con esta base se analizaron los indicadores bibliométrico-básicos para visualizar el desarrollo del tema de estudio en la literatura. La conclusión principal revela que, la aparición de herramientas de IA ha transformado de manera significativa y permanente la manera de difundir la ciencia. Sin embargo, como tecnología en evolución aún presenta errores y desafíos que necesitan atención, incluyendo errores en referencias generadas, falta de originalidad y riesgos de plagio. Los autores sugieren que las editoriales deben establecer pautas claras y estandarizadas sobre el uso ético de la IA y derechos de propiedad intelectual, así como promover mayor investigación en este ámbito.

Palabras clave: Inteligencia artificial generativa, publicación científica, chatGPT, artículo científico.

ABSTRACT

The objective of this study is to understand the state of the art regarding the use of artificial intelligence tools applied to scientific writing. To achieve this, it is essential to analyze and evaluate the evolution of this technology within the academic realm, including the benefits and challenges of its adoption, as well as its ethical implications. A systematic review method was applied, involving a four-stage process: defining research questions, establishing the search protocol, implementing exploration strategies, and selecting relevant studies that contribute to a comprehensive understanding of the current landscape. Initially, a database of 263 documents from ScienceDirect was selected, meeting the inclusion and exclusion criteria from the period of 2015 to 2024. Basic bibliometric indicators were then analyzed to visualize the development of the study topic in the literature. The main conclusion reveals that the emergence of AI tools has significantly and permanently transformed the way science is disseminated. However, as an evolving technology, it still presents errors and challenges that require attention, including errors in generated references, lack of originality, and risks of plagiarism. The authors suggest that publishers should establish clear and standardized guidelines regarding the ethical use of AI and intellectual property rights, as well as promote further research in this area.

Keywords: Generative artificial intelligence, academic publishing, chatGPT, research paper

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la revolución tecnológica impulsada por la inteligencia artificial (IA) ha transformado significativamente la interacción entre humanos y máquinas, gracias a su capacidad de procesamiento del lenguaje natural, así como de grandes volúmenes de información en pocos segundos (Kalla et al., 2023). A nivel global, profesionales de diversos sectores han sido testigo de la creciente adopción de la IA generativa para la automatización de procesos, puesto que ofrece una amplia gama de técnicas y modelos de IA que crean contenido similar al humano en formato texto, imágenes, audio, y video (Yusuf et al., 2024). Sin embargo, en el sector de la educación los autores discuten de su potencial para automatizar procesos de enseñanza y de investigación (Ganjavi et al., 2024).

En particular, en el ámbito de la investigación se destaca el uso de la IA generativa para facilitar el proceso de revisión de textos y de escritura académica. Por un lado, los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLM) y los chatbots generativos se emplean para automatizar la búsqueda de literatura, así como la identificación de inconsistencias, limitaciones y vacíos en los argumentos de estudios previos (Ganjavi et al., 2024; Huang & Tan, 2023). Por otro lado, se registra un incremento significativo en la utilización de la IA avanzada para mejorar la calidad y eficiencia de la escritura científica, desarrollando esquemas, agregando detalles y mejorando el estilo de redacción, lo cual facilita la expresión de pensamientos e ideas humanas (Huang & Tan, 2023).

La IA generativa en la redacción de textos científicos ha evolucionado crecientemente, desde herramientas como Grammarly, para pulir la escritura mediante sugerencias básicas del estilo, gramática y puntuación del texto; hasta los modelos de lenguaje avanzado como GPT, que convierten a la IA como asistente del investigador en la compleja construcción narrativa, permitiendo optimizar el tiempo, mejorar la precisión y consistencia del contenido (Carobene et al., 2024). Actualmente, la IA es reconocida como recurso valioso para los investigadores; especialmente para quienes enfrentan barreras lingüísticas del idioma inglés, pues contribuyen a mejorar la fluidez, gramática, vocabulario y precisión de sus escritos. Dado que, el idioma inglés predomina en la comunicación científica, se evidencia que el uso de la IA aumenta la confianza de los autores no nativos al comunicar sus

hallazgos, facilitando una mayor participación y colaboración en el colectivo científico (Salvagno et al., 2024).

Es fundamental destacar que la redacción científica desempeña un papel crucial en la comunicación eficaz de nuevos conocimientos, debiendo ser estructurada, coherente, clara y precisa al presentar los resultados de la investigación (Carobene et al., 2024). Los autores destacan el potencial de la IA generativa en revolucionar la redacción científica a través de sus varios beneficios como la eficiencia en la organización, articulación de ideas, reducción de tiempo de redacción, mejora de la calidad del contenido, apoyo en la revisión de literatura, y ajuste del artículo a las normas editoriales, aumentando así la probabilidad de aceptación.

A pesar de esto, se advierte que la excesiva dependencia de este tipo de herramientas puede afectar negativamente la formación de investigadores noveles en la interpretación, evaluación y validación de los resultados entregados por la IA. Así mismo, Lund y Wang (2023) resaltaron que la IA generativa enfrenta desafíos éticos significativos respecto con la originalidad y el plagio, pues la información proporcionada de estas herramientas puede estar sesgada o ser incorrecta, además que diluye la creatividad del investigador. En la misma línea, Kacena et al. (2024) concluyeron que las referencias sugeridas por la IA son muchas veces incorrectas y es necesario la supervisión humana. A su vez, se dispone de una base limitada de referencias que no incluye hallazgos recientes. Es decir, el uso de la IA puede mejorar la productividad de los autores pero es recomendable que se mantenga un enfoque cuidadoso que garantice los estándares éticos y de integridad científica en la publicación académica (Lund et al., 2023).

Como se puede verificar, es palpable el crecimiento acelerado del uso de la IA en el proceso de investigación; sin embargo, los autores Chubb et al. (2022) reportaron pocas pruebas científicas exhaustivas que evalúen la eficacia y posibles inconvenientes en su uso, como también su influencia en la calidad del contenido del manuscrito científico en diferentes disciplinas. Se debe agregar que, Grimaldi y Ehrler (2023) concluyeron que falta investigaciones personalizadas, en cada disciplina, para evaluar la incidencia de las herramientas de IA en las prácticas de redacción en los distintos ámbitos del conocimiento científico. Así como, estudios a largo plazo para evaluar y comprender los efectos duraderos del uso de IA en la capacidad de escritura de los investigadores.

Como se puede evidenciar la inteligencia artificial generativa está transformando la redacción científica mediante herramientas integradas en etapas como revisión de literatura y preparación de manuscritos,

destacando riesgos de inexactitud y plagio mientras mejora la eficiencia en los procesos (Atkinson et al., 2024). Además, en ese sentido, los autores recomiendan a las instituciones académicas tomar consciencia de la integración de la IA en el proceso de redacción, siendo necesario formular nuevas acciones y un mayor entrenamiento a docentes y estudiantes, para garantizar que la producción científica mantenga los estándares de precisión, transparencia y ética (Carobene et al., 2024; Salvagno et al., 2024).

Finalmente, los resultados indican que ChatGPT puede ser útil en la redacción científica al ayudar en la generación de borradores, revisión de lenguaje y búsqueda de literatura. Sin embargo, su uso plantea preocupaciones éticas y la necesidad de supervisión humana para garantizar la calidad y precisión del contenido (Salvagno et al., 2023).

Este estudio pretende evaluar y sintetizar la influencia que tiene el uso de herramientas de IA generativa en la calidad de redacción científica. En particular se abordará, aspectos fundamentales como la corrección gramatical, estilo de redacción y su optimización, así como la originalidad, precisión y coherencia en el contenido del manuscrito científico. Se evaluará los beneficios, desafíos y riesgos en su uso, como la conducta ética y la dependencia excesiva. Solo se considerará la producción científica, excluyendo otro tipo de escritura como la literaria o comercial.

METODOLOGÍA

Este trabajo acoge un enfoque de revisión sistemática de la literatura, utilizada por investigadores como una guía para determinar el estado de arte, desarrollar puntos de vista, áreas de futuras investigaciones y plantear preguntas de investigación. Para extraer una síntesis exhaustiva del conocimiento sobre el uso de herramientas de IA en la redacción científica, se desarrollaron cuatro etapas, asegurando que se incluyan las evidencias relevantes de manera objetiva y estructurada.

Definición de las preguntas de investigación, de forma clara y precisa acorde con el objetivo de investigación.

Establecer un protocolo de búsqueda, que incluya los criterios de inclusión y exclusión, palabras clave, bases de datos a consultar, criterios de selección, y estrategias de búsqueda.

Aplicar estrategias de búsqueda, en las bases de datos establecidas y recopilar un máximo de estudios previos que aporten al objetivo planteado, y generar la bibliometría.

Seleccionar los estudios relevantes, en base con los criterios de inclusión y exclusión definidos y filtrando los que aporten a resolver las preguntas de investigación.

En la primera etapa, se plantearon cuatro preguntas de investigación que ayudaran al desarrollo del objetivo de investigación:

- ¿Cómo ha evolucionado el uso de la IA en la redacción de textos científicos?
- ¿Cuáles son los principales beneficios y desafíos que se han identificado en la adopción de la IA en el proceso de redacción científica?
- ¿Qué implicaciones éticas y de privacidad surgen con el uso de herramientas de IA en la redacción científica?
- ¿Cuáles son las futuras líneas de investigación?

En la segunda etapa, se seleccionó la base de datos ScienceDirect, por ser un repositorio completo de conocimiento científico en diversas disciplinas, incluida la informática y ofrecer funciones de búsqueda avanzada con una interfaz de fácil uso (Harnegie, 2013). Así mismo, se definieron los criterios de inclusión (I) y exclusión (E) que se lisan a continuación:

(I) Estudios que aborden el uso de la IA en la academia o investigación.

(I) Información actualizada de los últimos 10 años en que ha evolucionado las herramientas de IA aplicados a la investigación.

(I) Documentos de revistas científicas o conferencias. No se realizará discriminación de este último, pues en estos eventos se presentan resultados previos de estudios que están en proceso.

(E) Artículos de fuentes no académicas como blogs, medios de comunicación, redes sociales, artículos de opinión.

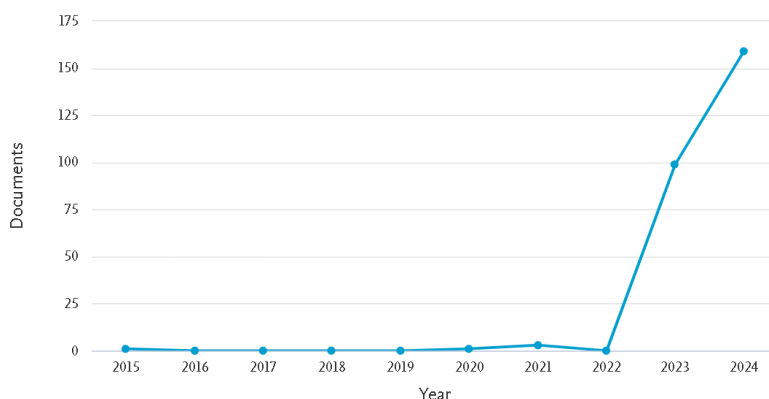
Estos criterios, son la base para el diseño de la estrategia inicial de búsqueda, que posteriormente se ajustó según los resultados obtenidos en la búsqueda avanzada del portal de Scopus.

(TITLE-ABS-KEY("generative AI" OR "ChatGPT" OR "GPT") AND TITLE-ABS-KEY("scientific publishing" OR "scientific article" OR "manuscript" OR "research paper") AND (PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2025)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))

En una tercera etapa, se ejecutó la estrategia de búsqueda encontrando un total de 263 documentos que cumplieron los criterios planteados. Con esta base se desarrolló un análisis previo de biometría para visualizar indicadores de impacto del tema de estudio en el entorno académico, tales como el número de documentos publicados por año, tipo de publicación, autor más citado, disciplinas con mayor aporte, países con mayor aporte en publicaciones. A continuación, se presentan las estadísticas de los indicadores seleccionados.

En la Figura 1, se observa el creciente interés de los investigadores a partir del año 2022, con un promedio de 80 publicaciones por año, siendo los artículos originales de investigación el tipo de documento más publicado, representando el 78.7% y el resto corresponde a artículos de revisión que generalmente sintetizan y analizan la literatura existente. Esto denota que, aunque la IA generativa es una tecnología desarrollada hace más de una década, su aplicación en la redacción científica es relativamente reciente e impulsada por el desarrollo de los LLM. Conclusión que coincide con lo expuesto por Carobene et al., (2024), quienes destacaron a ChatGPT como una herramienta de IA ampliamente reconocida y de uso extensivo en el campo científico.

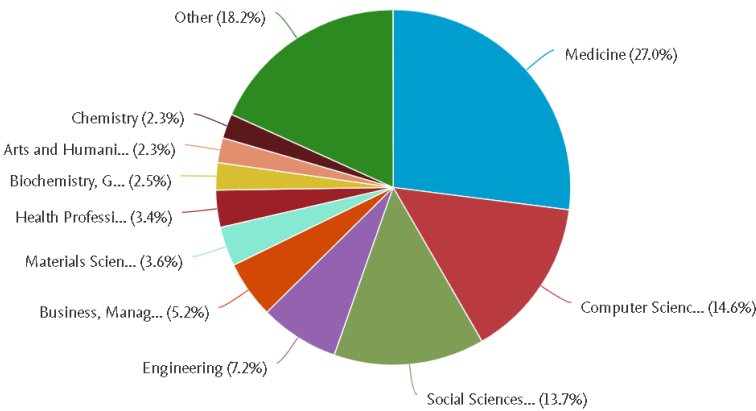
Figura 1. Documentos publicados por año dentro del periodo 2015 a 2024.



Nota: Tomado del análisis de resultado de búsqueda en la plataforma Scopus en septiembre de 2024.

La Medicina es la disciplina con mayor interés en el estudio de la aplicación de la IA en la redacción científica, representando un 27% que se muestra en la Figura 2. En la literatura, los investigadores médicos reflejan su interés en los beneficios de la IA como también su preocupación del uso indebido de estas herramientas, que en una disciplina de especial cuidado podría tener graves consecuencias (Kacena et al., 2024). Luego siguen las Ciencias de la Computación con un 14.6% y las Ciencias Sociales con un 13.7%.

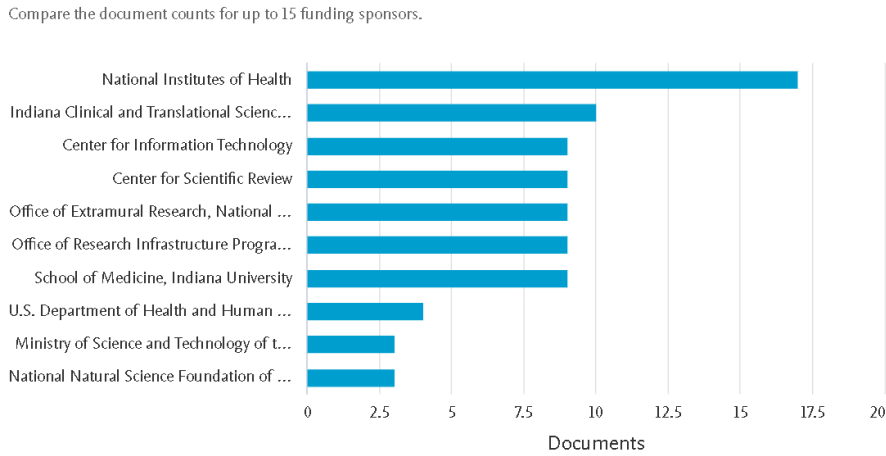
Figura 2. Disciplinas con mayor aporte en publicaciones dentro del periodo 2015 a 2024.



Nota: Tomado del análisis de resultado de búsqueda en la plataforma Scopus en septiembre de 2024.

En concordancia a lo mencionado, la Figura 3 muestra que las instituciones que financian estudios similares al presente son *National Institutes of Health* con 17 publicaciones en Scopus, e *Indiana Clinical and Translational Science* con 10 publicaciones, ambas vinculadas al ámbito médico. También, se pudo constatar este comportamiento en las filiaciones de los autores, siendo la *VA Medical Center*, e *Indiana University School of Medicine* las que representan un mayor aporte con 12 documentos cada una. Esto, refuerza la relevancia de la investigación médica en el avance de la IA aplicada a la ciencia. Luego, en el mismo orden de la Figura 2, le precede la organización *Center of Information Technology* con 9 publicaciones asociado a las Ciencias de la Computación.

Figura 3. Documentos por Instituciones patrocinadoras dentro del periodo 2015 a 2024.



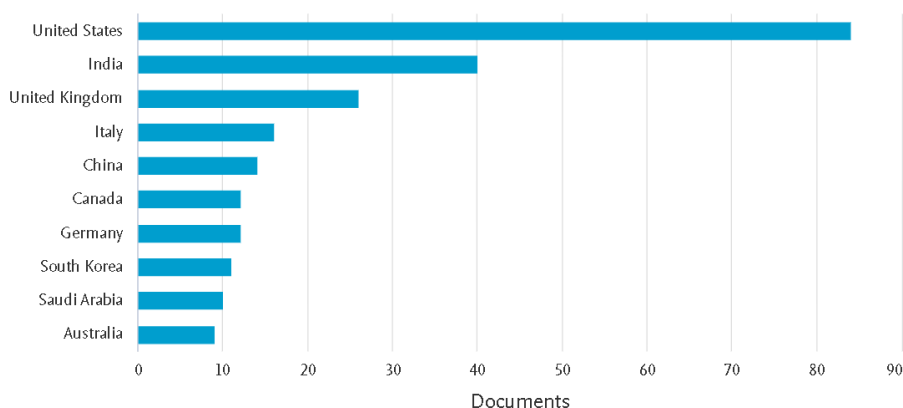
Nota: Tomado del análisis de resultado de búsqueda en la plataforma Scopus en septiembre de 2024.

Contemplando el indicador de documentos por autor, se verifica que los autores Melissa A. Kacena, Jill C. Fehrenbacher son quienes han contribuido mayormente en la literatura. Ambos han trabajado de manera colaborativa en artículos de revisión de literatura y artículos originales de investigación publicados en el año 2024.

Finalmente, en la Figura 4 se visualiza el número de documentos por país, siendo Estados Unidos el que registra la mayor cantidad de documentos, con 84 artículos publicados en Scopus, luego India con 40 documentos y Reino Unido con 26.

Figura 4. Número de documentos por país dentro del periodo 2015 a 2024.

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Nota: Tomado del análisis de resultado de búsqueda en la plataforma Scopus en septiembre de 2024.

Finalmente, en la etapa cuarta se depuró el conjunto de documentos, seleccionando aquellos que aportaban con respuestas a las preguntas de investigación planteadas. Se obtuvo una base de 28 documentos que fueron utilizados para determinar el estado del arte y cumplir con el objetivo de este estudio.

REVISIÓN DE LITERATURA

Es notable que el avance de la IA en el ámbito académico y científico ha experimentado un cambio paradigmático en los procesos que realiza un investigador, abarcando desde el diseño de la metodología de investigación, hasta la redacción y publicación de artículos científicos. La incorporación de modelos de IA basados en el procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje profundo ha transformado sustancialmente la manera en que se crean y se revisan los documentos académicos (Lund et al., 2023).

El papel que desempeña actualmente la IA en la escritura académica se ha ampliado considerablemente, ofreciendo al autor la generación de contenido de manera ágil con sugerencias detalladas, e incluso con la automatización de la redacción de manuscritos completos (Gao et al., 2023). No obstante, esta evolución conlleva beneficios y desafíos que deben ser explorados detenidamente por la comunidad académica. Uno de los debates planteados en la literatura se centra en las consideraciones

éticas relacionadas con la autoría y el uso responsable de la IA (Kacena et al., 2024).

Para la presentación de la revisión de la literatura se agruparon cuatro ejes en respuesta a las preguntas de investigación, consolidando criterios de los autores para conocer como la IA ha progresado en su capacidad para asistir a los investigadores en la redacción de texto. También, se examinarán los beneficios y desafíos de estas herramientas, se discutirán aspectos éticos y de calidad, centrado en las implicaciones sobre la autoría, validez de la información y responsabilidad académica. Por último, se expondrá las tendencias de esta tecnología y su potencial influencia en la redacción científica.

EVOLUCIÓN DE LA IA APLICADA A LA REDACCIÓN CIENTÍFICA

Las herramientas de IA aplicada a la redacción científica han transformado significativamente el proceso de escritura académica. Inicialmente, su contribución se centraba en la corrección automática del texto, identificando errores gramaticales y estructurales, de puntuación y ortografía, al tiempo que ofrece sugerencias en el estilo, coherencia y tono de redacción (Carobene et al., 2024; Kacena et al., 2024).

La introducción de los LLM, en especial la herramienta ChatGPT desarrollado por OpenAI en noviembre de 2022, popularizó la comprensión del potencial de esta tecnología en la población general. ChatGPT, basado en el modelo Generative Pre-trained Transformer (GPT) utiliza el procesamiento del lenguaje natural (NLP) y las redes neuronales para facilitar la conversación fluida entre humanos y máquinas (Kacena et al., 2024). Las respuestas similares a las humanas han facultado a la IA ser el asistente cocreador en la redacción y de revisión de artículos científicos.

Esta tecnología revolucionaria ha abierto un nuevo panorama enriquecido para la exploración científica, al mejorar la precisión, velocidad y capacidad de procesamiento de datos, amplificando así la cognición y creatividad humana (Carobene et al., 2024). Según los autores, ChatGPT facilita el trabajo del investigador al generar resúmenes científicos convincentes, aunque siempre con la supervisión humana, puesto que aún se obtienen errores en las citas o los datos son inventados, fenómeno que los autores denominan *alucinación de IA* (Gao et al., 2023).

Actualmente, es posible reproducir borradores completos de artículos científicos, realizar revisiones exhaustivas de la literatura con

mayor rapidez e incluso formular hipótesis basadas en los resultados de trabajos previos (Elbadawi et al. 2024). Aunque, esta tecnología reduce significativamente el tiempo de redacción, su utilización requiere verificación por parte del humano para garantizar la exactitud de las referencias y evitar problemas éticos o de plagio (Kacena et al., 2024).

Otros modelos GPT han incorporado los modelos de lenguaje natural para apoyar en distintas tareas al investigador como *Bard*, *BERT* de Google, y *Bing*, *XLNet* de Microsoft. Cabe resaltar que, en el campo de la medicina, los autores mencionan el desarrollo de herramientas complementarias con ChatGPT para la creación de gráficos científicos como *DALL-E* y *BioRender* que aportan a la mejor comprensión de los hallazgos (Dash et al., 2024; Elbadawi et al., 2024; Kacena et al., 2024).

Paralelamente, se han desarrollado herramientas de detección de similitud de textos aplicando algoritmos avanzados para la comparación con un amplio espectro de trabajos existentes, con el propósito de garantizar la originalidad y combatir el plagio. Aspecto que se ha convertido en un desafío considerable (Carobene et al., 2024), dado al diseño inherente de la IA para la creación de contenido en base con la información aprendida complicando la diferencia entre inspiración e imitación.

Es evidente que, la evolución de las herramientas de IA ha transformado las actividades de redacción científica como también la revisión de contenidos académicos. La integración de la tecnología de IA en la academia ha aportado en beneficios para los investigadores y también ha planteado desafíos especialmente en lo que respecta a la autoría que será abordado en la siguiente sección.

BENEFICIOS Y DESAFÍOS EN LA ADOPCIÓN DE LA IA EN EL PROCESO DE REDACCIÓN CIENTÍFICA

Desde el punto de vista de los beneficios, Carobene et al. (2024), quienes analizaron las ventajas y desventajas del uso de la IA en varios aspectos del proceso de publicación científica; mencionaron que, las principales ventajas durante la redacción radican en la capacidad de organizar y articular ideas de manera eficiente reduciendo el tiempo de producción de contenido de alta calidad. También, extrae y resume información clave de trabajos previos, optimizando el texto con sugerencias de estilo de redacción, y aumenta la probabilidad de aceptación de las revistas científicas adaptando el manuscrito con las pautas de la editorial.

A esto, Lund et al. (2023) agregaron que la IA ofrece el beneficio de automatizar tareas repetitivas y tediosas que representan importante cantidad de tiempo para el investigador, tales como dar formato al texto, generación de citas, extraer resúmenes y respuestas a preguntas puntuales de manera eficiente desde uno o más manuscritos. Finalmente, Carobene et al. (2024) expresaron que, durante la revisión del artículo, las herramientas IA procesan el texto para ofrecer sugerencias de mejora en la elección de palabras y conectores para perfeccionar la estructura de las oraciones y fluidez de la lectura, permitiendo así una mayor claridad, coherencia y mejor impacto del manuscrito.

Por su lado, Lund y Wang (2023) expresaron que los LLM y los chatbots generativos son de gran beneficio para los hablantes no nativos de inglés, pues facilita la traducción instantánea rompiendo la barrera lingüística, especialmente al escribir artículos de revisión de literatura. En la encuesta desarrollada por Salvagno et al. (2024), las principales tareas en las que se emplea la IA abarcan funciones de reformulación, traducción, y corrección; y curiosamente las tasas de uso para la traducción de idiomas son similares entre los países de habla inglesa 94.4% y los que no son 92.4%. Ellos explican que una razón es la alta proporción de expatriados que entran a la fuerza laboral de los países de habla inglesa.

En la etapa de interpretación de datos, las herramientas de IA ofrecen un gran aporte en la identificación de patrones y determinación de las tendencias en base al procesamiento de grandes conjuntos de datos en pocos segundos. Característica que facilita el planteamiento de hipótesis para predecir resultados con datos históricos; y al minimizar el error humano, mejora la precisión de su interpretación (Carobene et al., 2024; Kacena et al., 2024). En contraste, se menciona que la dependencia excesiva de esta tecnología resultará en el declive de las habilidades de análisis de los investigadores.

En el proceso de revisión por pares, Carobene et al. (2024) y Ganjavi et al. (2024) concluyeron que existe mejora significativa en la eficiencia de evaluación. Dado que, ayuda a detectar el plagio comparando meticulosamente el texto con un amplio conjunto de trabajos existentes, como también a identificar problemas éticos, de integridad o calidad del contenido del artículo científico. No obstante, la dependencia excesiva de la IA puede comprometer la integridad de las evaluaciones. Razón por la cual, las editoriales posicionadas en un nivel alto en el ranking global han formulado pautas y políticas de uso de la IA para autores y revisores.

Revisando las desventajas de la adopción de la IA en la escritura científica, Kacena et al. (2024) observaron importantes problemas de

precisión, llegando al 70% de referencias incorrectas o inventadas, lo que implicaría una desinformación al lector. Esto, resalta la necesidad de supervisión humana para garantizar la calidad y la exactitud del texto generado. Idea que es soportada por Carobene et al. (2024), quienes concluyeron que estas herramientas fueron diseñadas para complacer al usuario y pueden ocultar errores como información sin sentido, frases lógicamente incoherentes y esto provocaría la difusión de desinformación.

A medida que esta tecnología avanza, los investigadores enfrentan nuevos desafíos, como la *alucinación de IA* o información inventada por los chatbot generativos presentada de manera convincente (Kacena et al., 2024). Por otra parte, la preocupación sobre la originalidad del contenido y propiedad intelectual, en particular ChatGPT, ha resultado en índices de similitud más altos, lo que representaría una alta probabilidad de plagio. Además, la originalidad del estilo de escritura propia de cada investigador puede verse comprometida por el estilo homogéneo de la IA generativa (Carobene et al., 2024). Esto ha generado debates en la comunidad científica que intenta mantener la calidad de la información producida en las publicaciones (Carobene et al., 2024; Grimaldi & Ehrler, 2023).

Se cuestiona, la autoría de los derechos intelectuales del contenido generado por la IA generativa, puesto que es resultado de un entrenamiento sobre obras literarias realizadas por humanos (Grimaldi & Ehrler, 2023). Entonces distinguir entre inspiración e imitación se convierte en un desafío que requiere ser analizado con rigurosidad. El debate en la comunidad científica ya está en marcha para abordar temas de violación de la propiedad intelectual, el plagio, como también la libertad de los investigadores que conlleva a una responsabilidad indefinida de los autores (Carobene et al., 2024).

Según lo expresado por Kalla et al. (2023), los chatbots presentan la limitación de generar respuestas sesgadas acorde al insumo del conjunto de datos procesado durante su entrenamiento provocando imprecisiones, discriminación, desactualización en la información generada y riesgo de perpetuar el sesgo de aquellos datos ingresados inicialmente. La limitada base de conocimiento es otro de los desafíos de estas herramientas, lo cual le impide proporcionar mayor exactitud y utilidad de las respuestas terminando en frustración y experiencia negativa del usuario. Así que, es recomendable seleccionar, complementar y curar y cuidadosamente los datos de entrenamiento y dar seguimiento a las respuestas de la IA para corregir posibles sesgos.

Las limitantes expuestas conllevan a interpretaciones incorrectas durante la etapa de análisis de datos en la investigación. Carobene et al. (2024) detectaron que las interpretaciones de la IA son tan buenas como

los datos que han sido ingresados, y si no se proporciona el contexto estadístico adecuado resultará en conclusiones erróneas o análisis innecesarios. A esto, Kalla et al. (2023) agrega que la limitada opción de diálogo de los chatbots generativos restringe la capacidad de ampliar conversaciones significativas con el usuario resultándole dificultoso de comprender o interpretar sus respuestas. El desafío de la IA es mejorar la comprensión de los matices del lenguaje humano aun cuando se desconoce el contexto emocional de la conversación para generar respuestas más empáticas o apropiadas para el usuario (Paul et al., 2023).

Desde la perspectiva de los pares revisores, Carobene et al. (2024) comentaron que la facilidad con la que se realiza una publicación hoy en día podría eclipsar el proceso crítico de revisión impactando en estándares científicos menos rigurosos. A esto se suma que, la dependencia excesiva de la tecnología compromete la integridad de las evaluaciones de los manuscritos, puede generar sesgos de automatización y deshabilitar habilidades de los revisores.

IMPLICACIONES ÉTICAS Y DE PRIVACIDAD DEL USO DE LA IA EN LA REDACCIÓN CIENTÍFICA

A más de los beneficios y desafíos del uso de la IA en el proceso de escritura científica, hay que considerar que el uso de los LLM en el ámbito académico demanda de atención en ciertas implicaciones éticas y de privacidad como el uso de los datos de las personas que se introdujeron en la etapa de entrenamiento (Lund & Wang, 2023). Los chatbots generativos tiene la capacidad de proporcionar información confidencial, incluyendo datos personales, financieros y médicos. Por tal razón, es recomendable considerar medidas apropiadas para mitigar el riesgo de exposición de este tipo de datos.

Aspectos de autoría y originalidad fueron analizados por Lund et al. (2023), quienes resaltaron que el plagio no se limita únicamente a la copia directa del texto, sino que incluye también el parafraseo de conceptos, métodos, gráficos, ideas o cualquier producto de otra persona, lo cual complica su detección en contenidos generados por IA. Cabe mencionar que, los chatbots generativos acceden a fuentes de terceros sin la debida atribución, derivándose en infracciones de derechos de autor difíciles de rastrear. En particular, el texto generado por estas herramientas se basa en literatura publicada, entonces sería una buena práctica solicitar que dicha información sea debidamente citada en el *prompt* de la interacción con la máquina para otorgar el crédito de los autores originales.

Por su lado, Kacena et al. (2024) demostraron que un contenido desarrollado con asistencia de la IA presenta un índice de similitud más alto que un texto escrito exclusivamente por humanos, lo que conlleva a un mayor riesgo de incurrir en plagio. Además, Jawahar et al. (2020) observaron que mientras más grande son los modelos GPT-2 son más difíciles de detectar porque su contenido se aproxima al desarrollado por humanos.

Según Paul et al., 2023, la incapacidad de la IA para sintetizar información de manera coherente induce a razonar que sería contraproducente eliminar completamente la intervención humana. Aunque, Chubb et al. (2022) mencionaron que en el contexto de la investigación, la IA puede reemplazar al humano en tareas simples o repetitivas, pues se debe considerar la naturaleza del trabajo académico, su historia y sus valores. Por otro lado, Carobene et al. (2024) expresaron que el uso no revelado de los GPT podría generar dudas sobre la validez y originalidad de las investigaciones. Para esto, es necesario crear pautas claras y cohesivas que aborden los derechos de propiedad intelectual, y paralelamente, el desarrollo e implementación de herramientas avanzadas y confiables para la detección de plagio de contenido generado con IA.

Por un lado, las herramientas de detección de plagio que se mencionan en la literatura fueron categorizadas en cuatro grupos por Jawahar et al. (2020), basándose en el método para generar texto: (1) clasificador entrenado desde cero, que convierte el texto en un conjunto de palabras sin orden y estructura, para enfocarse solo en la frecuencia de aparición mediante regresión logística; (2) clasificadores de cero disparos o sin ejemplos, que emplea GPT-2 o GROVER entrenado previamente para detectar textos generados de sí mismo o modelos similares; (3) NLM de ajuste fino, que selecciona como base un LLM preentrenado como BERT, RoBERTa para afinarlo a la tarea específica en donde se lo desea aplicar; y (4) colaboración entre humanos y máquinas, que trata de aprovechar la habilidad del humano en detectar errores semánticos y contradicciones, con la capacidad de la máquina en detectar palabras de alta probabilidad de aparición.

Por otro lado, Ganjavi et al. (2023) analizaron las pautas de uso de IA generativa observando 100 editoriales con la mejor posición en el ranking global. Entre sus conclusiones se destaca que, menos de la mitad de las editoriales proporcionan en su portal web, las pautas de uso de los GPT para los autores. Solo la cuarta parte afirmaron que los autores son los responsables y respondían por los resultados generados por esta herramienta. Además, el 10% visualiza en sitio web un enlace directo a la

declaración emitida por el Comité de Ética de Publicaciones (COPE) respecto al uso de la IA en publicaciones de investigación. No obstante, esta declaración no es un estándar de divulgación que detalle los aspectos específicos que debe incluirse en el texto.

En resumen, es indiscutible la capacidad de la IA para generar contenido con estilo académico, pero que debe atenderse cuestiones de autoría, plagio e integridad; y por otro lado se sugiere establecer directrices éticas claras incluyendo la generación de imágenes, incluir criterios y estandarizar prácticas para la divulgación, y definir responsabilidades de los autores. Lund et al. (2023) mencionó que así se garantiza el uso responsable de estas herramientas de IA y preservar tanto el proceso científico como la originalidad de la publicación.

RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Desde el punto de vista del análisis de los datos en la redacción de un manuscrito, Salvagno et al. (2024) mencionaron que la evolución de la IA hace posible que se recolecten datos de forma masiva desde diferentes fuentes. Esto, permite que en ramas de la ciencia como la Medicina se generen informes enriquecidos y se publiquen manuscritos de mayor impacto, puesto que se extraerían datos de pruebas de diagnóstico, registro médico, sistemas de monitoreo de los pacientes, e incluso análisis de imágenes de exámenes médicos, los cuales demandan un tiempo prudencial para su interpretación por el experto, pero que gracias a la automatización con IA mejoraría en tiempo y costos de investigación.

Por otro lado, los autores destacaron la importancia de incluir no solo a investigadores en futuros estudios, sino también estudiantes y docentes, para ampliar la generalización de los hallazgos. Ellos recomendaron que al recolectar datos por encuestas vía web se debe considerar tres limitantes: (1) baja tasa de participación, (2) imprecisión en las direcciones de correo electrónico, y (3) sesgos de selección, puesto que hay una mayor participación de personas que se sienten más cómodos con la tecnología.

Tener presente el aspecto de sesgo en los textos que generan estas herramientas GPT, pues el uso de un número pequeño y diverso en la producción científica tiene el potencial de ampliar la escala de los sesgos a nivel global (Grimaldi y Ehrler, 2023). Estos sistemas al depender en gran medida de su entrenamiento, es necesario comprender como se compone este proceso y garantizar su actualización periódica, incluyendo

todas las formas de producción científica. También, se anticipa la aparición de estrategias maliciosas, basadas en la IA, para amplificar la relevancia de opiniones seleccionadas.

Hay que mencionar, que la imprecisión de las referencias que genera los modelos GPT es considerablemente alta, en estudios realizados por Elbadawi et al. (2024) y Kacena et al. (2024), fue hasta del 70%, que al no ser supervisadas por expertos generaría desinformación al lector. Los autores resaltan que, aunque la escritura generada por la IA es más fácil de leer que los generados por humanos, no siempre sintetiza la información para hacer conexiones significativas entre conceptos como lo haría un humano, pero que se espera que sea superada con el tiempo.

Finalmente, Paul et al. (2023) destacaron la importancia de desarrollar estudios experimentales y longitudinales para comprender el impacto sostenido de las GPT midiendo su efecto en diferentes niveles de exposición. Se recomienda captar información a través de entrevistas a profundidad y grupos de discusión con el propósito de explorar las experiencias, comportamientos de los usuarios, impacto en la salud mental. Por otro lado, aplicar encuestas para captar datos de la percepción sobre la dependencia a las GPT y el impacto en su bienestar.

En síntesis, las futuras investigaciones tienen varias líneas aún por desarrollar, no solo en el uso de las GPT para la generación de texto, sino también en la recolección e interpretación de datos, generación de gráficos científicos, precisión y calidad de las revisiones de manuscritos, abordar la limitación de sesgos, e imprecisión de referencias. Además, es recomendable ampliar el objeto de estudio incluyendo otros actores como docentes y estudiantes para una mejor generalización de los hallazgos, como también realizar estudios longitudinales.

CONCLUSIÓN

La aparición de las herramientas de IA generativas ha evolucionado significativamente el proceso de difusión de la ciencia de manera apreciable y permanente. Es obvio que, estos cambios requieren de ajustes y adaptación, para así aprovechar sus beneficios y para contrarrestar las consecuencias no deseadas. Los autores destacan que esta tecnología disruptiva de los GPTs, ha transformado la forma en que interactuamos con la tecnología, que en el ámbito académico ha evolucionado de ser herramienta complementaria a un asistente o copiloto del investigador.

Esto, ha generado beneficios como la optimización del tiempo, mejora en la claridad y coherencia, y la automatización de tareas repetitivas, pero también desafíos como errores en las referencias, falta de originalidad, violación a la privacidad, infracción de derecho de autor, y alto riesgo de plagio. Se destaca, la necesidad de establecer directrices claras y estandarizadas del uso ético de esta tecnología y derechos de propiedad intelectual.

La IA generativa ha demostrado ser un recurso valioso para investigadores no nativos en inglés, mejorando su fluidez y confianza al escribir en este idioma. Sin embargo, la dependencia excesiva de estas herramientas puede afectar negativamente la formación de habilidades críticas en los investigadores, como la interpretación y evaluación de resultados.

Se recomienda, que futuras investigaciones consideren un análisis longitudinal de las implicaciones de uso, incluir a docentes y estudiantes, y medir la influencia en aspectos académicos y de bienestar del investigador, además de mejorar la precisión de escritura y reducción del sesgo mediante actualizaciones del entrenamiento de los modelos GPT.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atkinson, A.G., Lia, H. & Navarro, S.M. Advancing scientific writing with artificial intelligence: expanding the research toolkit. *Global Surg Educ* 3, 74 (2024). <https://doi.org/10.1007/s44186-024-00271-4>
- Carobene, A., Padoan, A., Cabitza, F., Banfi, G., y Plebani, M. (2024). Rising adoption of artificial intelligence in scientific publishing: evaluating the role, risks, and ethical implications in paper drafting and review process. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 62(5), 835-843. <https://doi.org/10.1515/cclm-2023-1136>
- Chubb, J., Cowling, P., y Reed, D. (2022). Speeding up to keep up: exploring the use of AI in the research process. *AI & society*, 37(4), 1439-1457. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01259-0>
- Dash, K. S., Mehta, V., y Kharat, P. (2024). We are entering a new era of problems: AI-generated images in research manuscripts. *Oral Oncology Reports*, 100289. DOI:10.1016/j.oor.2024.100289
- Elbadawi, M., Li, H., Basit, A. W., y Gaisford, S. (2024). The role of artificial intelligence in generating original scientific research. *International*

Journal of Pharmaceutics, 652, 123741.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2023.123741>

- Ganjavi, C., Eppler, M. B., Pekcan, A., Biedermann, B., Abreu, A., Collins, G. S., Gill I. S., y Cacciamani, G. E. (2024). Publishers' and journals' instructions to authors on use of generative artificial intelligence in academic and scientific publishing: bibliometric analysis. *bmj*, 384. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-077192>
- Gao, C. A., Howard, F. M., Markov, N. S., Dyer, E. C., Ramesh, S., Luo, Y., y Pearson, A. T. (2023). Comparing scientific abstracts generated by ChatGPT to real abstracts with detectors and blinded human reviewers. *NPJ Digital Medicine*, 6(1), 75-77. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00819-6>
- Grimaldi, G., y Ehrler, B. (2023). AI et al.: Machines are about to change scientific publishing forever. *ACS energy letters*, 8(1), 878-880. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsenenergylett.2c02828>
- Harnegie, M. P. (2013). SciVerse science direct. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 101(2), 165. <https://doi.org/10.3163/1536-5050.101.2.020>
- Huang, J., & Tan, M. (2023). The role of ChatGPT in scientific communication: writing better scientific review articles. *American journal of cancer research*, 13(4), 1148. Tomado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10164801/pdf/ajcr0013-1148.pdf>
- Jawahar, G., Abdul-Mageed, M., y Lakshmanan, L. V. (2020). Automatic detection of machine generated text: A critical survey. *arXiv preprint arXiv:2011.01314*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.01314>
- Kacena, M.A., Plotkin, L.I. y Fehrenbacher, J.C. (2024). The Use of Artificial Intelligence in Writing Scientific Review Articles. *Curr Osteoporos Rep* 22, 115–121 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11914-023-00852-0>
- Kalla, D., Smith, N., Samaah, F., y Kuraku, S. (2023). Study and analysis of chat GPT and its impact on different fields of study. *International journal of innovative science and research technology*, 8(3). DOI: 10.5281/zenodo.7767675
- Lund, B. D., y Wang, T. (2023). Chatting about ChatGPT: how may AI and GPT impact academia and libraries?. *Library hi tech news*, 40(3), 26-29. <https://doi.org/10.1108/LHTN-01-2023-0009>

- Lund, B. D., Wang, T., Mannuru, N. R., Nie, B., Shimray, S., y Wang, Z. (2023). ChatGPT and a new academic reality: Artificial Intelligence-written research papers and the ethics of the large language models in scholarly publishing. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 74(5), 570-581. <https://doi.org/10.1002/asi.24750>
- Paul, J., Ueno, A., y Dennis, C. (2023). ChatGPT and consumers: Benefits, pitfalls and future research agenda. *International Journal of Consumer Studies*, 47(4), 1213-1225. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12928>
- Salvagno, M., Cassai, A. D., Zorzi, S., Zaccarelli, M., Pasetto, M., Sterchele, E. D., ... y Taccone, F. S. (2024). The state of artificial intelligence in medical research: A survey of corresponding authors from top medical journals. *PloS one*, 19(8), e0309208. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0309208>
- Yusuf, A., Pervin, N. y Román-González, M. (2024). Generative AI and the future of higher education: a threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives. *Int J Educ Technol High Educ*, 21. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00453-6>

CAPÍTULO XXI

DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS LETRAS

Artificial intelligence in letters

LUIS MUSSÓ MUJICA¹

RESUMEN

El presente trabajo se acercó a la IA y su impacto en territorios de la literatura. Este supuesto configuró la interrogante sobre si podría la IA exceder las posibilidades de la inteligencia humana. Se puso bajo la lupa las novísimas formas de la creación estética y la manera en que el ser humano se ha vinculado con la hegemonía del algoritmo. El texto rastreó la relevancia de la IA en el nimbo de la literatura y, a su vez, cómo la creación literaria y la sensibilidad tradicional han sido trastocadas por la virtualidad. Se recaudaron estudios representativos de impacto alto en las áreas de la IA vinculadas a la creación literaria, que ofrecen un aterrizaje en el estado del arte. El trabajo se acogió a lo descriptivo – exploratorio. Desde esta mirada se acudió a la técnica de revisión documental subrayando el aspecto cualitativo en pos de un tramo de contraste entre la creación tradicional y los mecanismos de la I A. Se halló que los algoritmos de la inteligencia artificial se han encumbrado a ganar premios literarios y a lograr espacios importantes en la ficción; sin embargo, no

¹ Doctor en Filosofía y Letras, UTEG, Ecuador. directorlenguaje@uteg.edu.ec ORCID 000-0003-3954-7954

llega a las cuotas de profundidad y de misterio que el humano alcanza en géneros como la poesía.

Palabras clave: inteligencia artificial, creación literaria, ficción, poesía.

ABSTRACT

This work approached AI and its impact on territories of literature. This assumption raised the question of whether AI could exceed intelligence possibilities. The newest forms of aesthetic creation and how the human being has been linked to the hegemony of the algorithm. The text traced the relevance of AI in the nimbus of literature and, in turn, how literary creation and traditional sensibility have been disrupted by virtuality. Representative high-impact studies were collected in AI linked to literary creation, which offer a landing in the state of the art. The work was descriptive-exploratory. From this perspective, we turned to the documentary review technique, highlighting the qualitative aspect in pursuit of a contrast between traditional creation and AI mechanisms. It was found that the creation algorithms of artificial intelligence have risen to win literary awards and achieve spaces important in fiction; however, it does not reach the levels of depth and mystery that humans reach in genres such as poetry.

Keywords: IA, literary creation, narrative, poetry.

INTRODUCCIÓN

Emerge una balanza que contiene por un lado el acervo tecnológico apoyado por un sector de la academia y, por otro, la crítica humanística que sitúa a la inteligencia natural como base de toda construcción literaria. Se justifica volcar tiempo y esfuerzos hacia este universo debido a que se complejizan cada vez más las aplicaciones informáticas a las letras. Los avances de la IA integran los universos de la academia, la creación y los roles estéticos en un solo espacio: el de la aceptación sin objeciones ni crítica. En este sentido, se antepone a esta irrupción de nuevos imaginarios, el análisis objetivo de tendencias en boga de los quehaceres creativos, situando en primer plano la sensibilidad humana sin algoritmos, como base de toda consecución literaria. El estado del arte conduce a una mirada doble en su asimilación sobre la temática de la

asistencia de un programa informático que emula los procesos humanos de inteligencia, por un lado, se lo aborda en el sentido de contar con una herramienta lúdica para los procesos de enseñanza-aprendizaje, y también se marca una tendencia a justificar la creación literaria asistida por la IA. En tal sentido, han sido importantes los aportes de Schlachter (1996) en el sentido de notar la transformación de los procesos literarios al punto de redefinirlos. Entre otros, están también Quian y Sixto-García (459) en dirección del periodismo, cuando hablan de la autorregulación como el instrumento más importante para el control tanto ético como deontológico de aquel oficio. También está otro espacio de desarrollo, que es aquel género híbrido entre el periodismo y la literatura: la crónica. Así como se ha pensado en el oficio del escritor desde la comunicación y desde la creación literaria, los alcances llegan hasta el guion, sea teatral, radial o cinematográfico.

¿Cómo sopesar cuestiones como los derechos de autor y la transparencia a la hora de proyectar hacia la comunidad lectora procesos literarios y productos concretos? El horizonte crece exponencialmente a la hora de textos sobre la temática de trabajos en aula, y también de publicaciones: pero también se plantea un signo de interrogación cuando se trata de los torneos literarios en cualquiera de los géneros ya sea en narrativa (de largo o corto aliento), poesía, ensayo o teatro. Ya no surge solamente la duda operativa en cuanto a la igualdad de condiciones (por parte de los autores que se vuelcan a la IA), la ventaja con la que puede contar quien se ayuda con estas herramientas y las expectativas por parte del destinatario de los productos literarios. Las líneas siguientes pretenden sumergirse en dicho universo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se trabajó desde la perspectiva de diseño cualitativo, según la línea descriptivo-exploratoria. Se acudió a parte del último panorama literario, así como a voces de probos autores en las ramas de la literatura creativa y que, también, tienen experiencia en el universo de la I A. La reflexión se llevó a cabo a base de esta data a caballo entre dichos dos mundos. Para la recaudación de textos se acudió a bases de datos que albergan productos científicos: Latindex, SciELO, Web of Science y Scopus, por su amplio espectro vinculado con la I A y el proceso literario de creación, así como libros vinculados y notas de prensa. El criterio de selección de las fuentes es el su vínculo con escritura creativa e IA, propiedad intelectual y el *pólemos* surgido alrededor en los últimos años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de la IA en la creación de obras literarias se da por medio de *prompts* (comandos o entradas) para enrutar su salida guiando a la herramienta hacia generar textos solicitados. Cada vez se reportan más trabajos que son realizados parcial o totalmente por medio de la IA. Paralelamente, hay un manejo que demuestra ciertas dosis de opacidad en la práctica. Se han abordado en las labores que corresponden a la investigación científica (revisión de literatura, ampliación de contenidos, delineamiento de metodología, etc.) y, de igual manera, para los quehaceres de la creación. Así que ha sido tomada en cuenta como una muestra de transparencia la declaración explícita de la utilización de IA en cualquier proceso concerniente a la investigación y también “de elaboración de textos científicos –durante cualquier etapa del proceso de publicación científica” (Penabad-Camacho et al., 4).

Existen algunas congruencias en los autores que asumen la IA como apoyo para los autores. Una de dichas congruencias aborda un enorme cuidado a la hora de protección de datos de terceros, el tema del abordaje ético y los sesgos en cuanto a temáticas ideológicas. También el hecho de considerar a la IA como autor de una pieza literaria. Quienes toman estas rutas, como De Vicente Yagüe-Jara (2023) consideran que “(l)a máquina carece de contexto y no sabe lo que es bueno para ser valorado” (p. 55).

Hay una antítesis entre el arte literario y los alcances de la IA, en tanto a la creatividad facilitada o dificultada por la automatización. Los algoritmos pueden conducir determinado texto hacia un producto a base de preferencias de compra en el mercado editorial. Hay que consultarse hasta qué punto el arte debe seguir las pautas del mercado y no, más bien, irrumpir disruptivamente en el horizonte literario. Estas preguntas prevalecen desde los postulados del arte por el arte (adjudicados a Benjamin Constant). La cultura, la civilización, es siempre confluencia de distintas tendencias, confluencia de voces. Lo artificial es aquello hecho por mano o arte del ingenio humano, pero también es lo no natural o no verdadero.

Lo artificioso es aquello poco espontáneo, sin naturalidad: lo falso, ficticio, y en otras acepciones es lo elaborado con artificio, arte y habilidad; incluso se puede utilizar como sinónimo de falso. Hay que hilar muy fino para determinar las vecindades y distancias entre ambos términos. La discusión no es reciente: Umberto Eco (90) ya discutía sobre la cultura de masas y el universo Kitsch, desde la perspectiva de revisar una marca divisoria entre el arte y un producto revestido de artificio.

Para aterrizar en un campo compartido por la inteligencia artificial generativa y la literatura, a continuación, tres ejemplos de recientes fechas que detallan casos últimos de visibilización de la IA en vínculo con la creación literaria.

Caso 1. Gijón, Asturias, marzo de 2023. Jorge Varela obtiene el X Premio Internacional Jovellanos con el texto “Posibilidad de la inteligencia artificial” (Letralia, 391). La temática de la IA ya no está en el ámbito de la literatura de anticipación, sino entre los tópicos contemporáneos, y se incorpora a otros de presencia viva en la creación, como son precisamente unos que subrayan los mecanismos que hicieron posible una pieza literaria (más que los tópicos que han ocupado a los escritores de todas las épocas). Por lo tanto, es el tema y no el procedimiento o la estructura lo que preocupa a un porcentaje de autores. La importancia de la IA deviene en una realidad plagada tanto de ventajas como de riesgos.

Caso 2. Málaga, noviembre de 2023. Se convocó el concurso de poesía generada por inteligencia artificial, que implicaba 15 minutos para la participación de cada concursante. El Festival Irreconciliables, en cuya edición número XV presentó “por primera vez en el universo” un concurso de poesía generada con inteligencia artificial (IA) llamó la atención en el medio literario. Las bases, también generadas con IA, garantizaron que durante el evento se creara, “en riguroso directo” (Irreconciliables, 2023), un texto poético desde cero, o sea, desde la nada, con las herramientas de la inteligencia artificial. Participaron los postulantes en orden de inscripción, llevando sendos ordenadores portátiles con señal de internet. La elección del texto ganador se basó en la decisión popular por medio del televoto en historias del Instagram oficial de Irreconciliables. Los espectadores tuvieron la oportunidad de elegir mientras duró el evento, y fue declarado vencedor Max (pseudónimo de participación). En este caso hay una imbricación total: desde las bases hasta la elaboración de los trabajos, aunque la selección del trabajo contó con la presencia humana y, por tanto, con gustos personales.

Caso 3. Tokyo, enero de 2024. La autora Rie Kudan obtuvo el Premio Akutagawa. Kudan declaró, en rueda de prensa, que para escribir la novela Tokyo Sympathy Tower contó con la ayuda de ChatGPT (palabra a palabra la inteligencia artificial generó un porcentaje del libro). La obra de ficción fue elogiada por el jurado como “prácticamente impecable” (La Nación, 2024). Alguno pudiera hablar de autorreferencialidad o metaescritura, debido a que la inteligencia artificial escribe sobre la inteligencia artificial, ya que esta es el tema principal del texto. Viéndolo así, la Humanidad ha contado con lenguajes que se relatan a sí mismos

desde hace mucho tiempo. Para el caso de Rie Kudan, confesar públicamente solo después de haber sido declarada ganadora impulsa a pensar a más de un seguidor de la noticia en el equilibrio entre los humanos y las máquinas, sumado a las implicaciones editoriales, sociales y económicas.

Azuaje (2020) subraya que la propiedad intelectual es opuesta a la industrial: protege “obras del espíritu en las que queda plasmada la personalidad del autor, tratándose de creaciones únicas (...)” (p. 325). Podría discutirse, con precedentes como estos, acerca de si llamar manuscrito –o no– a un producto literario. Esto encaminado, para sincerar el modelo, hacia una redenominación de los procesos y resultados, como también hacia complementarlo, a semejanza de lo que se efectúa en las artes plásticas. En estas últimas existen convocatorias que claramente incorporan la mención de IA en el desarrollo y construcción de pinturas y fotografías. El acervo que sirve de universo conocido para la elaboración de las mencionadas muestras gráficas parte de una recopilación de miles de bocetos, dibujos y cuadros provenientes de fuentes enmarcadas en muchas escuelas. Por tanto, pretende ponerse a la par de un pintor que tenga muchos referentes en su cabeza y los utilice a la hora de elaborar su propuesta. Y al momento de solicitar una pieza específica, se lo puede hacer concretando alguna escuela o pintor determinado. Ahora, volviendo al universo literario, aquellos referentes corresponden a escuelas de escritores.

Los debates sobre el alcance creativo de la IA son cada vez más frecuentes. En entrevista de Silvina Frieria a Jorge Carrión, se extrae que el autor cree que el GPT-4 escribe mejores textos que reconocidos poetas *influencers* y que, a su vez, el GPT-5, en poco tiempo, trascenderá a escritores de *best sellers*. Se refiere a quienes “no trabajan la metáfora o las capas literarias profundas, y eso va a ir decantando y haciendo mutar lo que entendemos por escritura y por literatura” (Frieria, 2023). Carrión, autor de *Los campos electromagnéticos. Teorías y prácticas de la escritura artificial*, del mismo año, se ha pronunciado en significativas veces y no oculta su incertidumbre y sus expectativas a la hora de un tan delicado aspecto de la realidad. Según el horizonte contemporáneo, se puede colegir que, en el futuro no tan lejano, es posible que la IA hubiere llegado a estadios de manejo de elementos considerados hasta ahora como patrimonio del raciocinio de los seres humanos –llámense la ironía o un elevado nivel de abstracción–. Aunque aún no ha llegado a tales lindes, la velocidad a la que evoluciona la IA hace pensar en que las dificultades exponenciales competirán, también, en aquel nicho.

En cuanto a la traducción y los derechos de autor, cuando la IA apareció y se desarrolló fue proyector de no pocas transformaciones y espacios para la discusión y las fricciones entre orillas de pensamiento. Con pasos inauditos, la IA capta parcelas del territorio de la cultura y en parte, el lugar que ocupa hoy en la plática literaria se debe a lo rápido de su crecimiento. Una de las discusiones notorias es acerca de si debería o no normarse la actividad. La traducción de obras literarias también se modifica por la IA. Hay numerosos programas que traducen y que, a la larga, amenazan con ocupar más terreno y reemplazar a los expertos en traducción. Laura García (2023) se ha acercado a José Francisco Ruiz Casanova, quien piensa en los alcances de la herramienta y en la manera en que erosionarán la industria editorial y sus varios brazos (medios de producción), logrando que el lector revea “la forma en la que se va a leer en el futuro y la enseñanza de la traducción en las universidades”. Lo dicho significa que la IA se halla en sus pasos iniciales y que le falta aún mucho por captar las bisagras engarzadoras de las que carece por el momento.

Los derechos sobre la propiedad intelectual generan, a su vez, otros conflictos, de igual manera que la escritura presentada con dispositivos con o sin pretensiones de que sea literatura creativa. La propiedad intelectual confiere al creador el derecho a ser reconocido como el titular de una obra y a beneficiarse de las ganancias respectivas. Incluso se mociona que el algoritmo trabaja como ente creativo hacia “productos autónomos de la IA” (Azuaje, 2020, p. 321). La reflexión conduce hacia a quién se adjudica la autoría en una pieza literaria que proviene de la IA. Por otro lado, se tiene por seguro que habrá una oferta textual antes inconcebible (Goldsmith, 2015). La bisagra engarzadora entre la inteligencia artificial y la creación literaria deviene en la categoría de campo a decir de Pierre Bourdieu, por tanto, en un nicho donde los colectivos y los individuos reciprocán un ejercicio de enfrentamiento. Este campo, entonces, pesa al momento de poblarse de actores, con una fuerza que deviene en movimiento permanente alrededor de la producción y el consumo de textos periodísticos y literarios (léase objetos culturales). Tiene que ver la manera en que un objeto es percibido y entendido por los lectores. Al contrario de lo que sucede con las ramas técnicas, las Humanidades son espacio con entramado de facetas más complejo, pues contempla una carga de subjetividad.

Es hora de reconocer algunas categorías relacionadas con el texto. El signatum es aquel conglomerado de referentes que proceden de la filosofía, la historia, la geografía, la literatura, las artes plásticas, etc. que aparecen como herramientas de un autor cuando aborda la escritura. La inteligencia artificial, a través de sus algoritmos adquiere un signatum en

tanto haya sido alimentada por sus operarios y usuarios. De tal forma se llega a la creación de contenidos, aunque haya dudas en cuanto a si alcanza cuotas significativas de capacidad y competencia. En pos de debatir al modelo ChatGPT, Daniel Soufi interroga al modelo de lenguaje alrededor de sus lindes (sobre si puede o no escribir un buen poema) Y la respuesta obtenida es objetiva: la inteligencia artificial generativa reconoce que puede elaborar un poema sin que medie como autor un ser humano; pero al mismo tiempo admite que, en su conjunto, la poesía que es tomada como representativa, notable y destacada por parte de los lectores es creada “por un poeta con una identidad y una voz distintiva” (Soufi, 75).

Por otro lado, si bien han sido mencionados desde el inicial resumen, debería aclararse, a breves rasgos, qué se tuvo por género en este trabajo. Un género es una categoría de textos que se distingue más o menos por su estructura y por sus contenidos. Si se atiende al periodismo, se pueden advertir la noticia y la crónica. Si se atiende a la literatura, se pueden advertir la ficción (épica, de corto aliento en el cuento y de largo aliento en la novela), el teatro (drama, representación con personajes), la poesía (lírica, expresión del misterio con musicalidad en el texto) y ensayo (didáctica, aborda un tema sin agotarlo). Desde tal perspectiva son tomados en cuenta los géneros: como cada uno de los nichos creativos eslabonados a la cadena de expresión.

En cuanto al periodismo y la comunicación social, ya hay quienes sostienen que el futuro de dichas disciplinas correrá a la par de la adaptación a la inteligencia artificial generativa de quienes las siguen (Quian y Sixto-García, 460). La IA admite en su seno dos esencias, la humana y la maquinaria, y asiente que no ha sufrido (o gozado) las experiencias del poeta, al igual que sus lecturas. Se produce un resultado: están los renglones del poema, sea en verso o en prosa. En efecto, se pueden advertir elementos del poema como la medida (metro, o número de sílabas métricas), la rima y el ritmo, a los que se suman figuras de lenguaje figurado (del mundo de la preceptiva literaria y la retórica). Sin embargo, entre el poema (como construcción configurada con renglones) y la poesía (texto con elevadas dosis estética y misterio) hay una gran distancia.

Las consignas que se dirigen al modelo ChatGPT podrían persuadir a determinados lectores de estar ante la obra de un poeta muy capaz. Y, además, los textos pueden generarse en breve tiempo, tiempo real incluso. Se subrayan cuestionamientos sobre la propiedad intelectual de dichos poemas, en especial cuando se advierte que ningún verso se ha recuperado textualmente de piezas previamente publicadas en papel o en

la red. Se deduce que la inteligencia artificial generativa no podrá considerarse como el autor de los poemas, a pesar de que los escribe debido a que esos textos no están protegidos por medio de la propiedad intelectual. Por lo menos, hasta los tiempos contemporáneos, un autor es requerido para los textos en mención.

Parecería que toda obra literaria está condenada a formar parte del universo tomado en cuenta a la hora en que los analistas confieren consignas a los gestores para las labores de escritura. Y en la actualidad se ha generado una suerte de crisis de ambigüedad: una vía conduce a la resignación ante un sistema que se ve como imparable (todas las obras literarias se incorporan al universo susceptible de formar parte de las consignas para piezas en gestación); la otra vía se dirige hacia las posibles rutas para enfrentar dicho sistema ora con métodos tradicionales, ora con métodos tecnológicos.

Una medida novedosa e interesante es la que ha tomado recientemente Penguin Random House, el grupo editorial más grande del mundo, con filiales en varias lenguas. La dirección se ha pensado para que ninguna de sus obras protegidas con derechos de autor sirvan para entrenar modelos de inteligencia artificial generativa; lo hará cambiando el lenguaje de sus obras, que parece estar encaminado a la Unión Europea, a pesar de que podría extenderse a los EEUU. Las leyes de la Unión Europea los propietarios de derechos de autor pueden elegir permitir o no que sus textos sean utilizados a manera de minas de datos. Quienes desarrollan IA a gran escala no suelen usar contenidos con propietario (The bookseller, 2024). Las posiciones son claramente contradictorias, pues las cortes en EEUU no deciden aún si es uso justo, o no, utilizar un libro dado para entrenar a modelos de lenguaje. La página que ha añadido Penguin Random House a sus publicaciones es la siguiente:

No part of this book may be used or reproduced in any manner for the purpose of training artificial intelligence technologies or systems. In accordance with Article 4(3) of the Digital Single Market Directive 2019/790, Penguin Random House expressly reserves this work from the text and data mining exception.

Con esto se pretende zanjar, de ahora en adelante, cualquier uso considerado indebido conforme a la protección de los derechos de autor. Y con indebido, la editorial quiere referirse a que la obra que un autor determinado que se ha esforzado en producir ha sido tomada consuetudinariamente por la IA, junto con otras, para responder a las consignas que recibe para escribir piezas en el género que fuere.

Toda aquella parafernalia que, a manera de no tan gratuita publicidad, ha rodeado a la IA suele encandilar al lector en sus primeros encuentros, aunque no ha convencido a serios investigadores de aquello que puede llamarse lenguaje natural tales como Guillermo Marco y Julio Gonzalo, de la UNED. Los entramados de neuronas artificiales siguen la pauta de las neuronas naturales sitas en el cerebro de los seres humanos. Guillermo Marco, quien también es poeta, subraya en sus experimentos con individuos y la IA, que esta última ha obtenido la más alta calificación en el universo de ramos concernientes a las letras salvo la creatividad. Cuando decidió abarcar un concreto objeto de estudio, el poema, concibió que un abstracto o resumen no consiste necesariamente en un texto que demuestre creatividad, se aterrizó en que la creatividad es «lo original, lo insólito, lo que nunca habían visto antes». El proceso que ejecuta el modelo de la IA es el análisis de patrones de obras que existen, correspondientes a escuelas estéticas y autores de estilos concretos con las que se ha alimentado su registro.

Por tanto, aquellos modelos se hicieron con el propósito de la mimesis (imitación) y no para perseguir la creación original. Escriben a través de simulaciones cognitivas de la forma en que el humano lee. La línea que sigue ChatGPT es la de sostener una ruta y al momento en que se le conmina, procede a la improvisación. Puede impresionar medianamente el producto, pero se enfrenta a fuertes retos que hacen reconocer sus limitaciones. El ser humano posee pensamiento racional, es capaz de reflexionar y sumergirse en niveles inéditamente profundos. Es el ser humano quien determina las búsquedas y sugiere las secuencias de entrada de la IA; no existe intención alguna en estos modelos, sino un seguimiento de patrones. Kenneth Goldsmith subraya: “Quizá los grandes autores del futuro serán aquellos que puedan escribir los mejores programas para manipular, analizar y distribuir las prácticas del lenguaje” (2023).

De manera que el estado de la literatura advierte –por el momento– que el texto literario (en la crónica, en la ficción y el poema) necesitan de la autoría humana, aunque hay analistas que reconocen la importancia de la asistencia de la inteligencia artificial generativa para la formulación de textos que tradicionalmente fueron contruidos por seres humanos. Importa en tanto la discusión es un nimbo que rodea los oficios del escritor de todos los géneros. Notorios son los resultados en torno a la creación: como se ha visto, se acude a los gestores para redactar noticias, guiones, cuentos, poemas con resultados más o menos loables; aunque su uso es permanente objeto de discusión y un horizonte donde conviven pareceres distintos.

CONCLUSIÓN

La creación literaria se moviliza dentro de un amplio espectro, con una tradición milenaria que se proyecta en cada obra para dar luz y sombras. Si bien hay instituciones, colectivos e individuos que han inclinado por aceptar y, más que eso, recomendar y ofrecer atajos en la utilización de la IA, también hay detractores que, conocedores de las particularidades que posee la escritura literaria, son categóricos como María de Vicente Yagüe-Jara et al. (2023), cuando subraya que “una vez comprobada la ayuda que la IA proporciona en términos de creatividad verbal, ha de indicarse que la IA no puede reemplazar a la inteligencia y la creatividad humana” (p. 55).

Cuando el poeta Paul Valery afirmaba que podría pensarse una poesía sin nombres ni autoría, en la que lo que imperara fuese lo que el texto literario logra en los humanos, quizá avizoraba algo que debe ser, de igual forma, pensado para la IA: una zona donde confluyan criterios que beneficien a todos los actores. No se puede considerar categóricamente elementos de la IA, debido a que la relación entre los seres humanos y la inteligencia artificial generativa ha erosionado los estratos editoriales en la actualidad, y lo seguirá haciendo de manera exponencial.

Se ha comprobado la presencia humana como insustituible. La conjunción del trabajo humano y la asistencia de la IA ha acelerado procesos en la redacción de textos, cualquiera que fuera su índole, edición. Se pudo ver que la responsabilidad es una cualidad que recae específicamente en los seres humanos y, como obligación moral que es, no es competencia de las máquinas ni de elaboraciones producidas por sistemas informáticos. Se ratificaron, pues, que las conciencias individuales y colectivas devienen las responsables de sostener correctamente dichos procesos.

Desde las primeras líneas de este trabajo se pretendió revisar voces significativas acerca de la IA en su conexión con la escritura en general, y la creación estética en particular. Los gestores neuronales artificiales no pueden llegar a la profundidad de un poema que merezca la pena llamarse de tal forma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azuaje Piruel, M. (2020). Protección jurídica de los productos de la inteligencia artificial en el sistema de propiedad intelectual. *Revista jurídica austral*. Vol 1, n°.1 (junio). Pp. 319-342.
- Buckner, D. (23/06/2018). How Canadian-made Artificial Intelligence is Helping Hollywood Write Better Scripts. [En línea]. CBC. <https://www.cbc.ca/news/business/canadiantech-could-help-hollywood-1.4712908/>
- Friera, S. (20-03-2023). Jorge Carrión: “Los algoritmos escriben mejor que Paulo Coelho”. Página 12. <https://www.pagina12.com.ar/533076-jorge-carrion-los-algoritmos-escriben-mejor-que-paulo-coelho>
- De Vicente-Yagüe-Jara, M., López Martínez, O., Navarro-Navarro, V., Cuéllar-Santiago, F. (2023). Comunicar, n°. 77, vol. XXXI, Revista Científica de Educomunicación.
- Eco, U. (2014). *Apocalípticos e integrados*. Tusquets.
- García Higuera, L. (30/11/2023). ElDiario.es. La inteligencia artificial sacude el negocio de la traducción: “Las máquinas son más baratas que las personas”.
- Goldsmith, Kenneth (2015). *Escritura no-creativa*. Caja Negra.
- Irreconciliables. (2023). Concurso de poesía generada por inteligencia artificial. <https://www.irreconciliables.com/premio-ia/>
- La Nación (18-01-2024). <https://www.lanacion.com.ar/cultura/gano-el-premio-mas-importante-de-literatura-en-japon-y-revelo-que-escribio-su-novela-con-ayuda-de-ia-nid18012024/>
- Letralia. (2023). <https://letralia.com/tag/letralia-391/>
- Macías-Figueroa, M.; Marcillo-García, E.; Parvulario, E. (2021). Los cuentos interactivos como herramienta didáctica para fomentar el hábito de la lectura. Polo del Conocimiento. *Revista científico - profesional*, ISSN-e 2550-682X, Vol. 6, n.º 3, 2021, 958-976.
- Penabad-Camacho, Penabad-Camacho, M., Mora-Campos, Cerdas-Vega, G., Morales-López, Y., Ulate-Segura, M., Méndez-Solano, A., Nova-Bustos, N., Vega-Solano, M., Castro-Solano, M. (2024). Declaración de Heredia: Principios sobre el uso de inteligencia artificial en la edición científica. *Revista Electrónica Educare*, 28(1), 1.1-10
- Quián, A., Sixto-García, J. (2024). Inteligencia artificial en la prensa: estudio comparativo y exploración de noticias con ChatGPT en un

medio tradicional y otro nativo digital. Revista de Comunicación. Vol. 23 Núm. 1.

Real Academia Española -RAE- (s.f.). Proyecto Lengua Española e Inteligencia Artificial (LEIA). <https://bit.ly/3SFIj92>

Ruiz Casanova, F. (2023). *¿Sueñan los traductores con ovejas eléctricas?* Cátedra.

Schlachter, A. (1996). ¿Cultura literaria...o cultura científica? Chasqui: Revista Latinoamericana de Comunicación, ISSN-e 1390-924X, ISSN 1390-1079, n.º 55 (Sep), pp.38-39.

The bookseller (2024). <https://gizmodo.com/penguin-adds-a-do-not-scrape-for-ai-page-to-its-books-2000513543>

CAPÍTULO XXII

USO DE LA IA PARA MEJORAR LA GESTIÓN ACADÉMICA Y ADMINISTRATIVA EN EL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO"

Use of AI to improve academic and administrative management at the "Nuestra Señora Del Rosario" Higher Technological Institute

CARLOS TORRES SAMANIEGO¹
GABRIEL CÓRDOVA ALVARADO²
JORGE POMA PINEDA³

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la gestión académica y administrativa del Instituto Superior Tecnológico Nuestra Señora del Rosario (ISTNSR). Utilizando un enfoque cuantitativo, se encuestó a 52 docentes y estudiantes para evaluar su percepción y uso de la IA en planificación, enseñanza y evaluación. Los resultados indican que la IA ha mejorado significativamente la eficiencia administrativa al automatizar tareas y optimizar la gestión de información. Sin embargo, se identificaron disparidades en su adopción, especialmente en áreas técnicas como Electricidad y Mecánica Automotriz. Esto resalta la necesidad de una implementación inclusiva y personalizada para

¹ Instituto Superior Tecnológico "Nuestra Señora del Rosario", Ecuador. carlos.torres@nsr.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0001-9255-2416>.

² Instituto Superior Tecnológico "Nuestra Señora del Rosario" Ecuador. gabriel.cordova@nsr.edu.ec. <https://orcid.org/0000-0001-6949-7383>.

³ Instituto Superior Tecnológico "Nuestra Señora del Rosario", Ecuador. jpomapineda@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0002-4490-5752>.

maximizar los beneficios de la IA en todas las disciplinas. El estudio concluye que es esencial desarrollar políticas institucionales que promuevan una adopción equilibrada de la tecnología y una capacitación continua para garantizar un impacto sostenible en la comunidad educativa.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, educación superior, gestión académica, automatización, adopción tecnológica.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of Artificial Intelligence (AI) on the academic and administrative management of the Instituto Superior Tecnológico Nuestra Señora del Rosario (ISTNSR). Using a quantitative approach, 52 teachers and students were surveyed to assess their perception and use of AI in planning, teaching, and assessment. The results indicate that AI has significantly improved administrative efficiency by automating tasks and optimizing information management. However, disparities in its adoption were identified, especially in technical areas such as Electricity and Automotive Mechanics. This highlights the need for inclusive and tailored implementation to maximize the benefits of AI across disciplines. The study concludes that it is essential to develop institutional policies that promote a balanced adoption of technology and continuous training to ensure a sustainable impact on the educational community.

Keywords: Artificial Intelligence, higher education, academic management, automation, technological adoption.

INTRODUCCIÓN

El uso de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación superior ha ganado relevancia global, con aplicaciones que abarcan desde la automatización de procesos administrativos hasta la personalización del aprendizaje (Tituaña et al., 2024; García-Peñalvo, 2021). En contextos como el ecuatoriano, las instituciones enfrentan desafíos específicos para optimizar sus operaciones y modernizar sus infraestructuras, lo que resalta la importancia de soluciones innovadoras que mejoren la eficiencia operativa y competitividad. A medida que el entorno educativo se vuelve más complejo, la necesidad de incorporar tecnologías como la IA se vuelve

crítica para alcanzar estos objetivos (Cruz et al., 2023).

En este marco, el Instituto Superior Tecnológico "Nuestra Señora del Rosario" (ISTNSR) se enfrenta a la urgente necesidad de mejorar la gestión de sus recursos y adaptarse a las crecientes exigencias de calidad educativa, si bien la IA ha demostrado su eficacia en la automatización de procesos y en la toma de decisiones basadas en datos (Muñoz & Dávalos, 2024), su implementación en instituciones de educación superior en Ecuador, y particularmente en institutos tecnológicos, sigue siendo limitada (Salas-Pilco & Yang, 2022). Este vacío en la literatura justifica la necesidad de un análisis contextualizado sobre cómo la IA puede aplicarse eficazmente en este tipo de instituciones.

A nivel regional, varias investigaciones han analizado el uso de la IA en otros países latinoamericanos. En Perú, por ejemplo, la IA ha optimizado la gestión administrativa, reduciendo costos y mejorando la eficiencia operativa (Rodríguez & Martínez, 2022). En Colombia, la IA ha permitido personalizar el aprendizaje, mejorando la calidad educativa y facilitando la toma de decisiones estratégicas (Fernández & Gutiérrez, 2021). En contraste, en Ecuador, su integración ha sido más gradual y focalizada en algunas universidades, quedando las instituciones técnicas y tecnológicas relegadas en este proceso. Por ello, es necesario profundizar en estudios que exploren cómo la IA puede implementarse de manera más efectiva en instituciones como el ISTNSR.

Aunque la investigación existente ha abordado el impacto de la IA en diversas áreas de la educación superior, la mayoría se ha centrado en aplicaciones específicas, como la automatización o la personalización del aprendizaje, sin integrar un análisis holístico de su potencial para transformar tanto la gestión académica como administrativa (Bates, 2020). En el contexto ecuatoriano, marcado por limitaciones tecnológicas y financieras, resulta imperativo examinar cómo estas herramientas pueden implementarse en beneficio de las instituciones de educación superior (González et al., 2019). Además, faltan estudios que analicen el impacto de la IA en la sostenibilidad y competitividad a largo plazo de estas instituciones (Selwyn, 2024; Holmes et al., 2019).

El objetivo de este estudio es analizar el impacto de la IA en la mejora de la gestión académica y administrativa del ISTNSR. Se plantea como problema principal: ¿Cómo puede integrarse la IA en la gestión del ISTNSR para optimizar su eficiencia y competitividad? Este análisis busca entender cómo la IA puede contribuir a la automatización de tareas repetitivas, la personalización del aprendizaje y la toma de decisiones informadas por datos, impulsando una administración más eficiente y adaptativa. Los resultados esperados no solo proporcionarán un marco

para la implementación de IA en instituciones similares, sino que también demostrarán mejoras tangibles en la eficiencia operativa del ISTNSR (Moore et al., 2021; Gardner & Brooks, 2018).

Este estudio es particularmente relevante debido al vacío en la literatura que aborda la aplicación de la IA en instituciones de educación técnica y tecnológica, las cuales requieren estrategias específicas para adoptar eficientemente estas tecnologías avanzadas (Rodríguez & Sánchez, 2020). Aunque la investigación se limita a una sola institución, los hallazgos proporcionarán recomendaciones valiosas para contextos similares. La principal limitación de este estudio es la infraestructura tecnológica limitada del ISTNSR, lo que podría afectar la implementación práctica de las herramientas de IA. Sin embargo, con el apoyo institucional y el interés en la modernización educativa, se espera que los resultados sean aplicables a corto y mediano plazo (Valencia Morales & Ramírez, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación adoptó un enfoque cuantitativo, dado que los objetivos planteados buscan medir con precisión la aceptación, uso y percepción de la IA en la gestión académica y administrativa en Institutos de Educación Superior. Este enfoque es el más adecuado, ya que permite analizar fenómenos educativos complejos de manera objetiva a través de datos medibles y estructurados, lo que conduce a resultados generalizables y replicables (Hernández et al., 2021). El enfoque cuantitativo permite, además, la identificación de patrones y tendencias basadas en datos estadísticos, lo que es fundamental para obtener una visión clara y precisa del grado de adopción de la IA en un entorno académico (Creswell & Creswell, 2022).

Selección de la población y muestra

La población de estudio incluyó a todos los docentes y estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Nuestra Señora del Rosario (ISTNSR), representando un grupo heterogéneo en cuanto a edad, carrera, nivel académico y experiencia con la tecnología. Para garantizar una representación adecuada de esta población, se utilizó un muestreo estratificado, el cual es idóneo cuando se busca obtener una muestra que refleje la diversidad de subgrupos dentro de una población (Bhardwaj et

al., 2021). La estratificación se basó en criterios como el tipo de usuario (docente o estudiante), carrera y nivel académico, asegurando que cada estrato estuviera representado proporcionalmente, es así que se seleccionó un total de 52 participantes, asegurando así la diversidad en las respuestas y un análisis más detallado de la adopción de IA en los distintos grupos.

Validación y confiabilidad

Para asegurar la validez del instrumento de medición, se realizó una validación de contenido mediante el juicio de tres expertos en gestión académica y tecnológica. Estos expertos revisaron los ítems de la encuesta, asegurándose de que estuvieran alineados con los objetivos de la investigación, y sugirieron ajustes para mejorar la claridad y relevancia de algunas preguntas. Esta revisión permitió refinar el instrumento antes de la recolección de datos definitiva (Tavakol & Dennick, 2021).

Adicionalmente, se llevó a cabo una prueba piloto con 20 participantes (10 docentes y 10 estudiantes), quienes completaron la encuesta en condiciones controladas. Los resultados de esta prueba piloto fueron evaluados utilizando el coeficiente alfa de Cronbach para medir la consistencia interna del instrumento. Se obtuvo un valor de 0.85, lo que indica un nivel alto de confiabilidad y consistencia interna entre los ítems de la encuesta (Taber, 2022). A partir de los comentarios de los participantes en la prueba piloto, se ajustaron dos preguntas para evitar posibles malinterpretaciones y mejorar la claridad de las instrucciones.

Recolección y análisis de datos

La recolección de datos se realizó mediante encuestas distribuidas a través de la plataforma Google Forms, lo que facilitó la accesibilidad de los participantes y garantizó la confidencialidad de sus respuestas. Se formularon 11 preguntas dirigidas a docentes y otras 11 para los estudiantes, abarcando temas relacionados con el uso de la IA en la gestión académica y administrativa. Las preguntas incluyeron tanto ítems cerrados con escala Likert de 5 puntos, como preguntas de opción múltiple para captar de manera precisa las opiniones y percepciones de los participantes sobre la adopción y uso de IA en su contexto educativo (Santander & Sepúlveda, 2019).

El análisis de los datos recolectados se realizó mediante el software Excel, en el cual se procesaron las respuestas a través de análisis descriptivos de frecuencias, promedios y porcentajes. Este análisis permitió visualizar las tendencias predominantes en cuanto a la aceptación y uso de la IA por parte de docentes y estudiantes, así como las variaciones entre distintos subgrupos (Chatterjee & Bhattacharjee, 2020). Se priorizó el uso de gráficos de barras y tablas para facilitar la interpretación de los resultados.

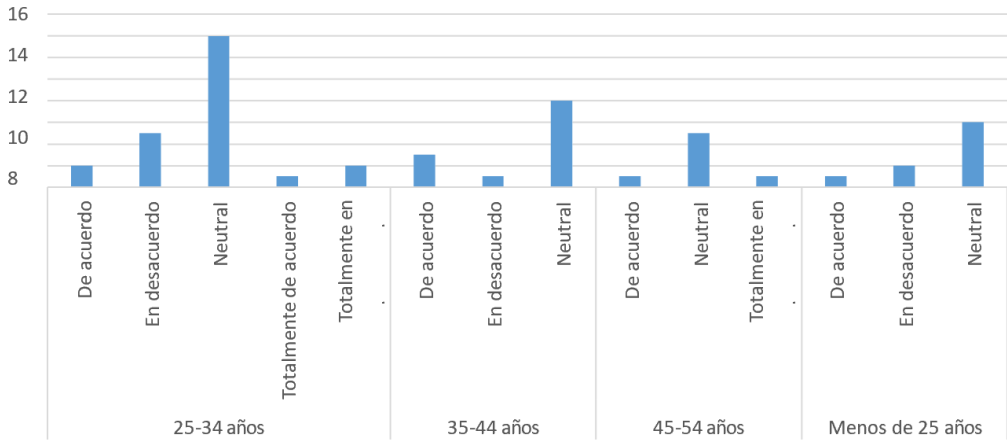
Técnicas de análisis

Para la presentación de los resultados, se utilizaron gráficos de barras, los cuales permiten una visualización clara de la distribución de respuestas en cada categoría. Este enfoque gráfico facilita la identificación de patrones en función de variables como carrera, edad y sexo, proporcionando una visión comparativa entre grupos. Asimismo, se aplicó análisis comparativo para observar diferencias significativas en las respuestas de docentes y estudiantes, así como entre hombres y mujeres, con el fin de identificar cualquier patrón específico en la adopción y percepción de la IA en función de estos factores (González & Rodríguez, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se analizó el comportamiento de estudiantes y docentes en el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA), categorizando los resultados en función de variables como edad, sexo, carrera y estrato económico. A continuación, se detallan los hallazgos más relevantes:

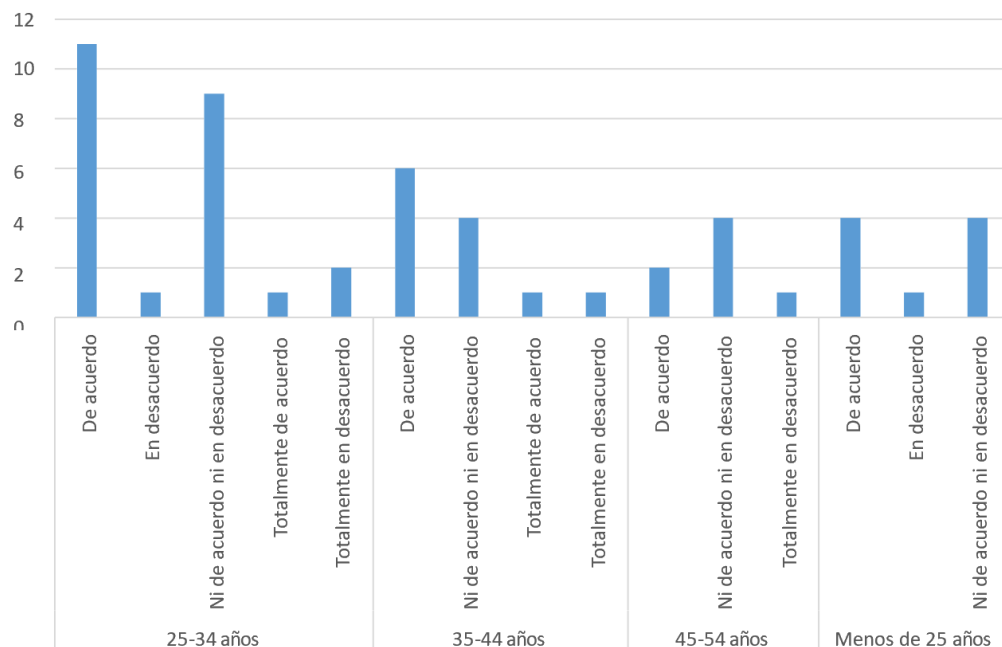
Figura 1. Uso de IA en estudiantes del Instituto en función de la edad.



Nota: Este gráfico muestra la distribución del uso de herramientas de inteligencia artificial en estudiantes entre diferentes grupos de edad. Elaboración propia.

El análisis mostró una mayor adopción de IA entre los estudiantes más jóvenes, con un uso significativo en el grupo de 25 a 34 años. Los estudiantes menores de 25 años presentan una adopción moderada, probablemente debido a su menor experiencia o expectativas diferentes respecto a la IA. En cambio, los estudiantes de 45 años o más manifestaron una mayor resistencia, con respuestas que indican desacuerdo o neutralidad hacia la IA. Esta tendencia sugiere que los estudiantes de mayor edad pueden necesitar capacitaciones específicas para comprender los beneficios potenciales de la IA en sus actividades académicas.

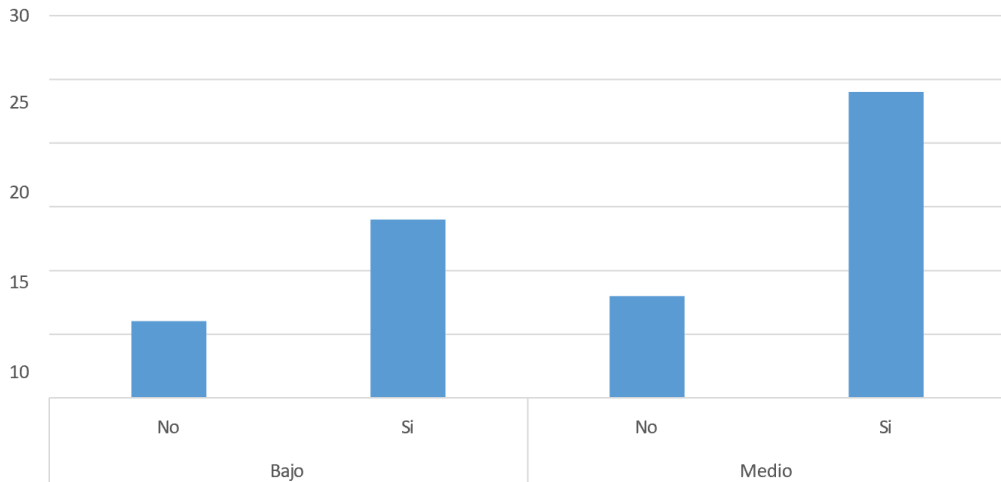
Figura 2. Impacto de la IA en las actividades académicas.



Nota: Este gráfico muestra la percepción del impacto de la inteligencia artificial en estudiantes entre diferentes grupos de edad en sus actividades académicas. Elaboración propia.

El impacto de la IA en las actividades académicas varió según el grupo de edad. Mientras que los estudiantes de entre 25 y 44 años expresaron una percepción positiva de la IA en la mejora de su desempeño académico, los estudiantes menores de 25 años mostraron escepticismo. Este grupo puede estar menos familiarizado con las aplicaciones de IA o tener expectativas diferentes sobre su uso. Por otro lado, los estudiantes de 45 años o más presentan una percepción menos favorable, lo que podría estar relacionado con la falta de familiaridad tecnológica o una mayor incertidumbre sobre su efectividad en el ámbito académico.

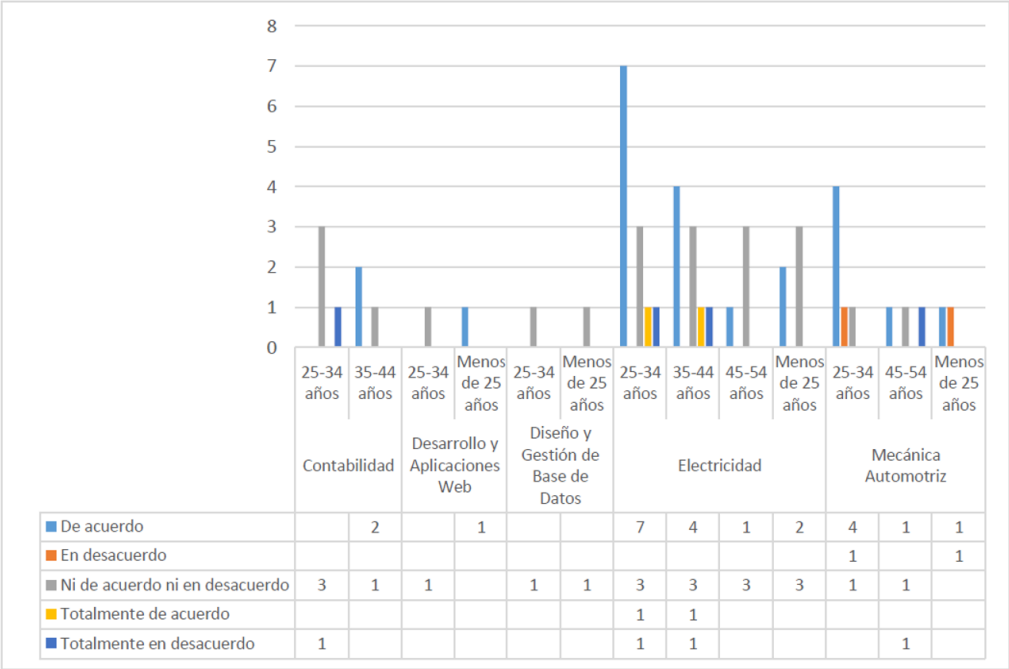
Figura 3. Uso de la IA por estrato económico.



Nota: Este gráfico muestra el uso de la inteligencia artificial en estudiantes entre diferentes grupos económicos en sus actividades académicas. Elaboración propia.

Contrario a lo esperado, el análisis reveló que el estrato económico no influye significativamente en la adopción de IA entre los estudiantes. Esto podría deberse al acceso generalizado a la tecnología y a la disponibilidad de herramientas de IA gratuitas. En este sentido, los resultados muestran que el uso de IA en el ámbito académico es transversal a todos los grupos socioeconómicos, lo que indica que la tecnología se ha democratizado considerablemente en los últimos años.

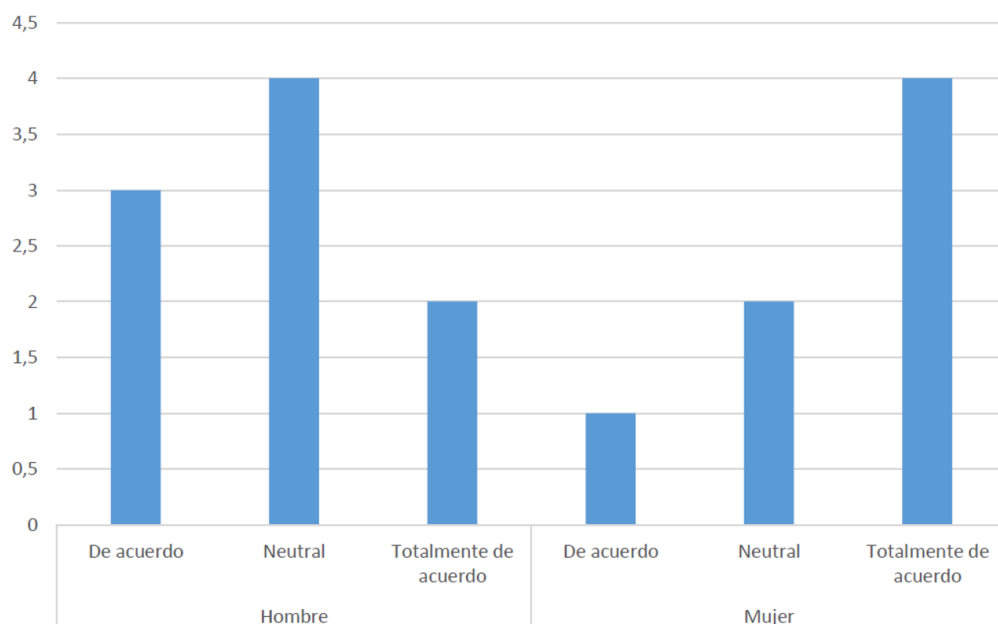
Figura 4. Uso de la IA en investigaciones o mejora de calidad en trabajos académicos.



Nota: Este gráfico muestra el uso de IA en investigaciones académicas, clasificado por carrera y edad de los estudiantes. Elaboración propia.

En cuanto a la integración de la IA en investigaciones académicas, los estudiantes de carreras técnicas como Mecánica Automotriz y Electricidad mostraron un menor grado de adopción de estas herramientas en comparación con áreas como Contabilidad y Desarrollo de Aplicaciones Web. Esto sugiere que las disciplinas técnicas enfrentan desafíos específicos para integrar la IA de manera efectiva, posiblemente debido a la naturaleza especializada de los datos y procesos en esas áreas. No obstante, los estudiantes mayores (25-34 años) demostraron una inclinación positiva hacia el uso de IA en la mejora de la calidad de sus trabajos académicos, independientemente de la carrera.

Figura 5. Uso de la IA en la gestión administrativa por parte de docentes.

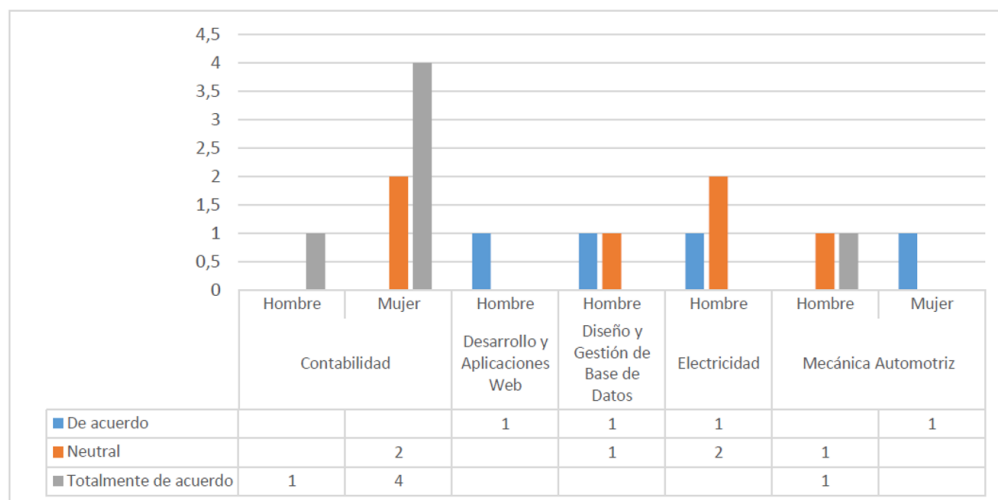


Nota: Este gráfico muestra el uso de IA en actividades administrativas como solución a la problemática del ajustado tiempo que se dedica a tareas pedagógicas. Elaboración propia.

Análisis de docentes

Los resultados de las encuestas aplicadas a los docentes revelaron diferencias de percepción en el impacto de la IA según el género. Mientras que las mujeres docentes indicaron que la IA ha optimizado significativamente sus tareas administrativas, los docentes hombres mantuvieron una postura más neutral. Esto podría reflejar una diferencia en la adopción tecnológica o en la distribución de responsabilidades entre ambos grupos. Las mujeres, especialmente en áreas como Contabilidad, perciben un mayor impacto de la IA en términos de ahorro de tiempo y mejora en la eficiencia. En cambio, los docentes hombres, especialmente en áreas técnicas, no perciben aún un impacto claro o significativo en su carga administrativa.

Figura 6. Uso de la IA en la gestión administrativa por carreras.



Nota: Este gráfico revela una aceptación moderadamente positiva hacia la integración de la IA en la gestión administrativa en el ámbito académico. Elaboración propia.

Los resultados obtenidos muestran una marcada diferencia en la adopción y percepción de la inteligencia artificial (IA) en la gestión administrativa, dependiendo del área de conocimiento y el género de los encuestados. Por tal motivo, en áreas como Contabilidad, donde predominan las mujeres, la IA ha sido ampliamente aceptada, evidenciando un impacto positivo en la optimización del tiempo dedicado a tareas pedagógicas y administrativas; las docentes mujeres reportan haber reducido significativamente el tiempo invertido en tareas repetitivas, lo que les ha permitido concentrarse más en la docencia. Esta tendencia puede estar relacionada con una mayor apertura al uso de nuevas tecnologías y la percepción de que la IA simplifica las cargas administrativas que tradicionalmente recaen sobre ellas.

Por otro lado, en las carreras, como Electricidad y Mecánica Automotriz, donde la población docente es mayoritariamente masculina, la implementación de la IA aún se encuentra en fases iniciales, los resultados sugieren que los hombres, en estas disciplinas, tienden a ser más neutrales en cuanto a los beneficios percibidos de la IA; esto podría deberse a que estas áreas requieren soluciones de IA más especializadas, lo que retrasa su adopción frente a otras disciplinas más orientadas a la gestión de información, como Desarrollo de Aplicaciones Web o Contabilidad. Al comparar los resultados de los docentes por género, se observa que las mujeres parecen beneficiarse más de la integración de la

IA en tareas administrativas, mientras que los hombres tienden a mostrar una actitud más neutral, esto podría explicarse por la mayor carga administrativa que enfrentan las mujeres en su entorno laboral, lo que hace que perciban más claramente el beneficio de la IA.

En carreras como Contabilidad y Desarrollo de Aplicaciones Web, las herramientas de IA han alcanzado un mayor grado de madurez tecnológica, proporcionando información más específica y útil para las tareas encomendadas; en cambio, las carreras técnicas, como Electricidad y Mecánica Automotriz demandan soluciones más especializadas, lo que podría estar ralentizando su adopción, lo cual, se sugiere que la implementación de la IA en estos campos aún no ha alcanzado el nivel de profundidad y precisión observado en otros, debido a la naturaleza compleja de los datos y procesos productivos involucrados.

DISCUSIÓN

Los resultados de la encuesta indican un impacto positivo en la gestión educativa a partir de la integración de la Inteligencia Artificial, este hallazgo es consistente con la literatura actual, que resalta cómo la IA puede automatizar tareas administrativas, permitiendo a los docentes dedicar más tiempo a actividades pedagógicas. Clegg y Sarkar (2024) enfatizan que la automatización no solo mejora la gestión del tiempo, sino que también puede incrementar la satisfacción laboral entre los educadores. En nuestro estudio, los docentes informaron una mejora significativa en la gestión del tiempo, lo que corrobora los hallazgos de estos autores y sugiere que la IA tiene el potencial de transformar la enseñanza al liberar recursos humanos para actividades más significativas.

Sin embargo, es crucial contextualizar estos resultados dentro de un marco más amplio de estudios previos. Por ejemplo, investigaciones como las de Chao y Miguel (2024), señalan que el impacto de la IA no es homogéneo y varía según la disciplina. Nuestros resultados muestran que las áreas técnicas, como Electricidad y Mecánica Automotriz, presentan una menor adopción de herramientas de IA en comparación con disciplinas orientadas a la información, como Contabilidad y Desarrollo de Aplicaciones Web. Esta discrepancia sugiere que, aunque la IA tiene el potencial de revolucionar la educación, su integración es desigual y podría estar influenciada por la naturaleza de cada campo. Esto es respaldado por Zhu y Zhu (2023), quienes identifican barreras específicas en la adopción tecnológica en la educación técnica, como la falta de

personalización de las herramientas de IA, que podría limitar su aplicabilidad en contextos específicos.

Las implicaciones prácticas de estos hallazgos son significativas, es así que las instituciones educativas deben desarrollar estrategias que promuevan una adopción equitativa de la IA en todas las disciplinas, esto podría incluir la creación de programas de formación específicos para docentes de áreas técnicas, asegurando que todos los campos del conocimiento se beneficien. La literatura sugiere que la capacitación adecuada es fundamental para facilitar la integración de nuevas tecnologías (González et al., 2021). Asimismo, las herramientas de IA deben ser personalizadas para atender las necesidades particulares de cada área de estudio (Zurita et al., 2024). La literatura indica que la personalización de herramientas tecnológicas puede incrementar su adopción y efectividad, lo que es particularmente relevante en campos técnicos donde la IA todavía se encuentra en una etapa incipiente (Retamozo, 2024).

Desde una perspectiva institucional, la IA debe considerarse no solo como una herramienta para la automatización de tareas, sino también como un facilitador estratégico para la toma de decisiones académicas. Este enfoque es consistente con la propuesta de varios autores que argumentan que la IA puede optimizar la gestión del conocimiento al procesar grandes volúmenes de datos de manera eficiente (Baldassarre et al., 2022). Los docentes que reportan mejoras en la toma de decisiones destacan la capacidad de la IA para gestionar información con rapidez y precisión, lo que es esencial para mejorar la calidad de los informes y evaluaciones. Este aspecto puede impactar positivamente en la planificación educativa y en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo, es importante señalar que, aunque los resultados de esta investigación están relacionados con los objetivos planteados, es necesario una mejor integración con las preguntas de investigación iniciales. La conexión entre las preguntas de investigación y los hallazgos debe ser más explícita, destacando cómo los resultados apoyan o refutan las hipótesis planteadas. La literatura también sugiere que la interpretación de resultados debe hacerse en el contexto de investigaciones anteriores, lo que permite una comprensión más profunda de las dinámicas en juego (Martínez y López, 2022). Por lo tanto, futuras investigaciones podrían explorar cómo diferentes enfoques de implementación de la IA afectan la percepción y adopción en diversas disciplinas, con el fin de contribuir al desarrollo de modelos más inclusivos y efectivos de integración tecnológica en la educación superior.

CONCLUSIONES

En resumen, los resultados de esta investigación sugieren que la integración de la Inteligencia Artificial (IA) ha tenido un impacto positivo en múltiples aspectos de la gestión educativa y el proceso de enseñanza-aprendizaje, en particular, se ha observado una optimización del tiempo y una mejora en la comunicación entre docentes y estudiantes; estos hallazgos no solo respaldan la literatura existente sobre el uso de la IA en educación, sino que también enfatizan su potencial como herramienta transformadora en la educación superior.

No obstante, es fundamental reconocer que existen diferencias significativas en la adopción de estas herramientas entre las diversas áreas de estudio, las disciplinas técnicas enfrentan retos únicos en su implementación, lo que resalta la necesidad de una personalización y accesibilidad adecuadas de las soluciones de IA; para garantizar que todos los docentes y estudiantes puedan aprovechar al máximo las ventajas de estas tecnologías, es crucial que las instituciones desarrollen estrategias específicas que atiendan estas disparidades.

Las implicaciones a largo plazo de estos resultados son significativas, es así que las instituciones educativas deben adoptar un enfoque proactivo para identificar y superar las barreras que limitan la adopción equitativa de la IA, esto incluye la creación de programas de capacitación y desarrollo profesional específicos para docentes de áreas técnicas, asegurando que estén equipados para integrar la IA en su enseñanza de manera efectiva. Además, se requiere un esfuerzo concertado para desarrollar herramientas de IA que respondan a las necesidades particulares de estas disciplinas, facilitando así su implementación.

En cuanto a futuras investigaciones, es esencial que se centren en las características específicas que las herramientas de IA deben cumplir para ser verdaderamente útiles en disciplinas técnicas; de la misma manera, investigaciones adicionales podrían explorar cómo estas soluciones pueden integrarse de manera efectiva en los diversos contextos educativos, teniendo en cuenta las particularidades de cada área de estudio. Esto no solo maximizaría el impacto de la IA en la educación superior, sino que también contribuiría a un enfoque más inclusivo y equitativo en la adopción de tecnologías educativas.

En definitiva, se reconoce que esta investigación contribuye al entendimiento de la adopción de la IA en instituciones pequeñas y medianas, destacando la necesidad de un enfoque contextualizado que

considere las limitaciones y oportunidades únicas que enfrentan estas instituciones; la IA no debe ser vista simplemente como una herramienta para la automatización de tareas, sino como un facilitador estratégico que puede enriquecer el proceso educativo y mejorar la calidad del aprendizaje en todos los niveles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baldassarre, M., di Benedetto, A., & D'Aloia, A. (2022). The Role of Artificial Intelligence in Educational Decision-Making: A Systematic Review. *Education and Information Technologies*, 27(4), 1-25. DOI: 10.1007/s10639-022-10972-3
- Bates, A. W. (2020). Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning (eBook).
- Bhardwaj, P., Sharma, A., & Singh, R. (2021). Stratified sampling in educational research: Ensuring representation and validity. *Journal of Educational Research Methods*, 15(3), 101-117. <https://doi.org/10.1016/j.jerm.2021.05.004>
- Clegg, A., & Sarkar, P. (2024). Artificial intelligence in education: Streamlining administrative work and enhancing learning. *Journal of Educational Technology*, 34(2), 156-172. <https://doi.org/10.1080/20456210.2024.1234567>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (6th ed.). SAGE Publications.
- Cruz, J. A. G., Isusqui, J. C. P., Alvarez, V. M., Inga, C. V., Silva, M. O. C., & Villavicencio, I. E.
- S. (2023). Desafíos del aula invertida para la educación universitaria en América Latina.
- Chatterjee, S., & Bhattacharjee, K. K. (2020). Adoption of artificial intelligence in higher education: A quantitative analysis using structural equation modelling. *Education and Information Technologies*, 25, 3443-3463.
- Chao, Y., & Miguel, R. (2024). Impact of AI tools in technological disciplines: A comparative study. *Technology and Learning*, 45(3), 245-261. <https://doi.org/10.1080/20400010.2024.2345678>
- Fernández, C., & Gutiérrez, R. (2021). AI-driven academic management in

- Colombian higher education. *Computers & Education*, 162, 104078. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104078>
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Digital transformation in education: AI as a strategic element in teaching and learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00258-3>
- Gardner, H., & Brooks, D. (2018). The ethics of artificial intelligence in higher education. *Educational Technology & Society*, 21(4), 1-9.
- González, A., Ramírez, H., & Sánchez, M. (2019). Ética y uso de la inteligencia artificial en la educación superior: Un análisis exploratorio. *Revista Latinoamericana de Tecnología*, 15(2), 67-80.
- González, M., & Rodríguez, L. (2022). *Data Visualization in Educational Research: Enhancing Comparative Analysis through Bar Graphs and Statistical Methods*. *Journal of Educational Data Science*, 10(2), 120-138. <https://doi.org/10.5678/jeds.2022.00210>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2021). *Metodología de la investigación* (7ma ed.). McGraw-Hill.
- Holmes, W., et al. (2019). The ethics of AI in education: Challenges and opportunities. *AI & Society*, 34(3), 273-280. <https://doi.org/10.1007/s00146-019-00882-1>
- Martínez, J., & López, R. (2022). *Interpreting Research Results: A Contextual Approach to Educational Dynamics*. *International Journal of Educational Research*, 112, 101818. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.101818>
- Mendoza, R., & Torres, A. (2023). *Customization of AI Tools in Technical Education: Enhancing Adoption and Effectiveness*. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 15(1), 67-82. <https://doi.org/10.1016/j.jeti.2023.00167>
- Moore, J. L., et al. (2021). Leveraging AI for academic and administrative functions in higher education. *Computers in Human Behavior*, 121, 106776. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106776>
- Muñoz, G. F. R., Delgado, J. C. V., & Dávalos, J. M. A. (2024). Inteligencia artificial y gobernanza en la gestión académica y administrativa de la educación superior. *Revista Social Fronteriza*, 4(6), e46508-e46508.
- Retamozo, B. I. M. (2024). Las TIC y la Inteligencia Artificial en el aprendizaje de estudiantes con TEA: revisión sistemática.

INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación, 11(1), 225-240.

- Rodríguez, L., & Sánchez, P. (2020). IA aplicada a la gestión universitaria en instituciones pequeñas: Un estudio de caso. *Revista Andina de Tecnología Educativa*, 22(1), 45-59.
- Rodríguez, S., & Martínez, A. (2022). Implementing AI for administrative efficiency in Peruvian universities. *International Journal of Educational Research*, 37(3), 98-112. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.000123>
- Salas-Pilco, S. Z., & Yang, Y. (2022). Artificial intelligence applications in Latin American higher education: a systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 21.
- Santander, M., & Sepúlveda, J. (2019). Técnicas estadísticas para el análisis descriptivo de datos categóricos. *Estudios Educativos Latinoamericanos*, 15(1), 45-59.
- Selwyn, N. (2024). On the limits of artificial intelligence (AI) in education. *Nordisk tidsskrift for pedagogikk og kritikk*, 10(1), 3-14.
- Taber, K. S. (2022). El uso del alfa de Cronbach en el desarrollo y presentación de informes de instrumentos de investigación en educación científica. *Investigación en Educación Científica*, 52(2), 1031-1044. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10052-0>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2021). Dando sentido al alfa de Cronbach. *Revista Internacional de Educación Médica*, 12, 53-55. <https://doi.org/10.5116/ijme.5f90.353f>
- Tituaña, S. P. P., Jiménez, L. A. B., Torres, C. E. S., & Flores, K. M. V. (2024). La inteligencia artificial como recurso educativo en la educación superior. *RECIMUNDO*, 8(3), 48-67.
- Zhu, L., & Zhu, W. (2023). AI adoption in technical education: Challenges and opportunities. *International Journal of Educational Research*, 89(4), 302-315. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2023.000456>
- Zurita, W. V., Briones, M. Á., Valverde, R. M., Merchan, I. G. V., Rodríguez, F. M. N., & Gabriel, F. P. M. (2024). La Inteligencia Artificial: Transformando los Métodos de Aprendizaje en la Educación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10367-10384.

CAPÍTULO XXIII

EL IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LOS MODELOS PEDAGÓGICOS, LA GESTIÓN ACADÉMICA Y EL APRENDIZAJE INCLUSIVO

The impact of artificial intelligence and emerging technologies on pedagogical models, academic management and inclusive learning

KARLA ORTIZ¹
RUBÉN SÁNCHEZ²
EDWARD ULLI³
CARLOS VIVAS⁴

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías emergentes en la transformación digital de la educación superior, con un enfoque en los modelos pedagógicos, la gestión académica y el aprendizaje inclusivo. Se empleó una revisión documental exhaustiva de investigaciones recientes y casos de estudio de universidades que han implementado IA en sus procesos educativos. Se analizaron informes de plataformas de aprendizaje, resultados de evaluaciones automatizadas y entrevistas con expertos en tecnología educativa. Los resultados indicaron que la IA ha facilitado la personalización del aprendizaje, permitiendo que los estudiantes accedan a rutas formativas adaptadas a sus necesidades. Además, se evidenció una

¹ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: karla.ortizch@ug.edu.ec.

² Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: ruben.sanchezm@ug.edu.ec

³ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: washington.ullif@ug.edu.ec

⁴ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: carlos.vivasl@ug.edu.ec

mejora en la eficiencia de la gestión académica mediante la automatización de tareas administrativas y la optimización de procesos de evaluación. Sin embargo, se identificaron desafíos en términos de equidad y ética, como el sesgo algorítmico y la privacidad de los datos estudiantiles. Se concluyó que la implementación de IA y tecnologías emergentes en la educación superior tiene el potencial de revolucionar la enseñanza y la gestión académica. No obstante, para asegurar un impacto positivo y sostenible, las instituciones deben abordar los retos éticos y garantizar la inclusión de todos los estudiantes en este proceso.

Palabras clave: inteligencia artificial, educación superior, transformación digital, aprendizaje inclusivo.

ABSTRACT

The objective of the study was to analyze the impact of artificial intelligence (AI) and emerging technologies on the digital transformation of higher education, with a focus on pedagogical models, academic management and inclusive learning. An exhaustive documentary review of recent research and case studies of universities that have implemented AI in their educational processes was used. Reports from learning platforms, results of automated assessments, and interviews with educational technology experts were analyzed. The results indicated that AI has facilitated the personalization of learning, allowing students to access training routes adapted to their needs. In addition, an improvement in the efficiency of academic management was evident through the automation of administrative tasks and the optimization of evaluation processes. However, challenges were identified in terms of equity and ethics, such as algorithmic bias and student data privacy. It was concluded that the implementation of AI and emerging technologies in higher education has the potential to revolutionize teaching and academic management. However, to ensure a positive and sustainable impact, institutions must address ethical challenges and ensure the inclusion of all students in this process.

Keywords: artificial intelligence, higher education, digital transformation, inclusive learning.

INTRODUCCIÓN

La transformación digital en la educación superior está impulsada por una combinación de factores, entre los que destacan la necesidad de innovar en los modelos pedagógicos, la creciente demanda de accesibilidad y la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA). Un ejemplo clave de esta evolución es el uso de asistentes virtuales y algoritmos de aprendizaje automático que permiten personalizar las experiencias de los estudiantes, adaptando el ritmo, los contenidos y las evaluaciones a las características particulares de cada individuo. Este cambio radical en la forma de aprender y enseñar ha generado un debate sobre su impacto, tanto en términos de calidad educativa como en la equidad del acceso a estas herramientas.

La relevancia de este estudio radica en que la educación superior se encuentra en un punto de inflexión, donde la adopción de IA y otras tecnologías emergentes no es solo una opción, sino una necesidad para mantenerse competitiva y pertinente en un mundo globalizado. Según estadísticas recientes, más del 70% de las instituciones de educación superior en países desarrollados ya están implementando algún tipo de tecnología basada en IA, como sistemas de tutoría automatizada, plataformas de evaluación inteligente y análisis predictivo del rendimiento académico. Sin embargo, en contextos menos desarrollados, la adopción de estas herramientas aún enfrenta barreras tecnológicas y económicas significativas, lo que acentúa las desigualdades preexistentes en el acceso a una educación de calidad. Gartner. (2023).

El marco teórico de este trabajo se sustenta en el concepto de pedagogía digital, que integra el uso de tecnologías avanzadas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, y en los estudios de equidad en la educación, que buscan garantizar que todos los estudiantes tengan las mismas oportunidades de éxito académico, independientemente de su contexto socioeconómico. Diversos autores han aportado a este campo. Por ejemplo, Wang et al. (2021) destacan que la IA, cuando es bien implementada, puede mejorar la eficiencia en la enseñanza y aumentar la retención del conocimiento, ya que permite adaptar el contenido a las necesidades específicas de cada estudiante. Por otro lado, estudios de Brown y Johnson (2022) señalan que el uso de algoritmos en la evaluación académica puede estar sesgado si no se diseñan con criterios éticos rigurosos, lo que podría perjudicar a ciertos grupos de estudiantes.

Desde esta perspectiva, la investigación aquí presentada se justifica

por su intención de abordar una problemática actual y de gran impacto: la correcta integración de la IA y las tecnologías emergentes en la educación superior. Si bien es innegable que estas herramientas ofrecen numerosas ventajas en términos de automatización, eficiencia y personalización, también es fundamental abordar los desafíos éticos y metodológicos que conlleva su implementación. La importancia de este trabajo radica en que ofrece una mirada crítica y balanceada sobre los beneficios y riesgos de estas tecnologías, proporcionando recomendaciones basadas en evidencia para una aplicación efectiva y equitativa en contextos universitarios.

El objetivo general del estudio es evaluar el impacto de la IA y las tecnologías emergentes en los modelos pedagógicos y la gestión académica, y proponer estrategias que promuevan un aprendizaje inclusivo y efectivo en la educación superior. De manera particular, se busca identificar los efectos de la IA en la personalización del aprendizaje, el rol de los docentes en un entorno digitalizado, y los desafíos éticos relacionados con la privacidad y el sesgo algorítmico. Asimismo, se plantea la hipótesis de que, con una correcta implementación, la IA puede aumentar la eficiencia y la equidad en la educación, siempre que se desarrollen regulaciones que protejan los derechos de los estudiantes y minimicen los riesgos asociados.

En conclusión, este estudio propone que la transformación digital en la educación superior, liderada por la IA y las tecnologías emergentes, tiene el potencial de revolucionar la enseñanza y el aprendizaje. No obstante, este proceso debe ser acompañado por políticas educativas y tecnológicas que aseguren una implementación justa, equitativa y éticamente responsable. La investigación busca, por tanto, no solo describir la realidad actual, sino también proporcionar soluciones para los desafíos futuros.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio sobre la transformación digital en la educación superior empleó una metodología mixta, lo que permitió la integración de enfoques cuantitativos y cualitativos para obtener una visión integral del impacto de la inteligencia artificial y tecnologías emergentes en los modelos pedagógicos, la gestión académica y el aprendizaje inclusivo. Cuyos **procedimientos Metodológicos** como el **Diseño del estudio**: Se seleccionó un diseño de investigación no experimental, de tipo descriptivo-correlacional y explicativo. El estudio fue de corte transversal, ya que los

datos se recolectaron en un solo momento del tiempo para identificar las relaciones entre las variables seleccionadas.

Población y muestra: La población objetivo incluyó a docentes, personal administrativo y directores de áreas académicas en universidades ecuatorianas que habían implementado tecnologías emergentes como la IA en sus procesos. La muestra fue de 150 sujetos seleccionados a través de un muestreo aleatorio estratificado, lo que permitió garantizar la representatividad de varias disciplinas académicas. Los estratos se definieron en función de la facultad o área académica (ingenierías, ciencias aplicadas, ciencias sociales y humanidades).

Instrumentos de recolección de datos: Encuestas: Se diseñó un cuestionario estructurado con preguntas de escala Likert (1-5) para medir variables como la adopción de tecnologías emergentes, la efectividad percibida en los procesos pedagógicos y la satisfacción del personal académico y administrativo. Este instrumento fue validado a través de una prueba piloto aplicada a 30 sujetos. Entrevistas semiestructuradas: Se llevaron a cabo 15 entrevistas cualitativas con docentes y personal administrativo clave, seleccionados de manera intencional para profundizar en aspectos como las barreras para la adopción tecnológica, los beneficios percibidos y los desafíos éticos y sociales.

Procedimientos de intervención: No se aplicaron intervenciones experimentales, ya que el estudio se centró en observar y describir el impacto de las tecnologías ya implementadas. Sin embargo, se recogieron experiencias directas de los participantes sobre su interacción con estas herramientas.

En los Métodos de Análisis de Datos se ha realizado un **análisis cuantitativo:** Se utilizó el software SPSS para procesar los datos obtenidos de las encuestas. El análisis comenzó con estadísticas descriptivas (medias, medianas, desviaciones estándar) para dar una visión general del nivel de adopción tecnológica y de la satisfacción percibida. Posteriormente, se aplicó la correlación de Pearson para evaluar la relación entre la adopción de IA y la efectividad percibida en los procesos educativos. Los resultados indicaron una correlación moderada positiva ($r = 0.56$, $p < 0.01$), lo que sugiere que un mayor uso de tecnologías emergentes está asociado con mejoras percibidas en la efectividad pedagógica. También se realizó un ANOVA unidireccional para analizar las diferencias en la adopción de tecnologías entre distintas disciplinas académicas. Los resultados del ANOVA ($F = 4.35$, $p < 0.05$) indicaron que las ingenierías y ciencias aplicadas tenían una mayor adopción tecnológica en comparación con las ciencias sociales y

humanidades.

Análisis cualitativo: Las entrevistas se analizaron mediante un proceso de codificación axial utilizando el software NVivo. Este proceso permitió identificar categorías temáticas como los "beneficios de la IA", "barreras para la implementación" y "desafíos éticos". A partir de estos temas, se aplicó un análisis temático para extraer patrones comunes entre los testimonios de los participantes, los cuales fueron posteriormente triangulados con los resultados cuantitativos.

Análisis Estadístico: Estadística descriptiva: Los resultados descriptivos mostraron que el promedio de adopción tecnológica entre las diferentes disciplinas fue de 4.1 sobre 5, con una desviación estándar de 0.65, lo que indica una alta adopción de tecnologías emergentes en las instituciones educativas encuestadas. Correlación de Pearson: El análisis de correlación mostró que la adopción de IA estaba moderadamente relacionada con una mayor efectividad percibida en los modelos pedagógicos ($r = 0.56$, $p < 0.01$). Esto sugiere que a medida que las universidades integran más tecnologías emergentes, los docentes perciben mejoras en la personalización del aprendizaje y la eficiencia en la gestión académica. ANOVA: El análisis de varianza reveló diferencias significativas en la adopción de tecnologías entre disciplinas académicas, siendo las ingenierías y ciencias aplicadas las áreas con mayor integración tecnológica ($F = 4.35$, $p < 0.05$). Las ciencias sociales y humanidades presentaron niveles más bajos de adopción. Regresión lineal múltiple: Finalmente, se aplicó un análisis de regresión lineal múltiple para evaluar los factores predictivos de la adopción de IA en las universidades. Los principales predictores identificados fueron el apoyo institucional y el acceso a recursos tecnológicos ($R^2 = 0.68$, $p < 0.01$), lo que resalta la importancia del respaldo institucional en la transformación digital de las universidades.

En resumen, la metodología mixta permitió obtener una visión comprensiva de cómo la inteligencia artificial y las tecnologías emergentes están impactando la educación superior, proporcionando tanto datos cuantitativos sólidos como interpretaciones cualitativas profundas sobre las barreras y oportunidades en este proceso de transformación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tablas estadísticas

Tabla 1. Estadística descriptiva.

Variable	Media	Mediana	Desviación estándar
Adopción tecnológica	4.1	4.0	0.65
Efectividad percibida	3.8	3.7	0.72
Satisfacción del personal	4.0	4.0	0.67

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los datos obtenidos en este estudio sobre la transformación digital en la educación superior reveló hallazgos significativos en torno a la adopción de la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías emergentes, y su impacto en los modelos pedagógicos, la gestión académica y el aprendizaje inclusivo. Los resultados mostraron que el nivel promedio de adopción tecnológica fue alto (media de 4.1 sobre 5), con una mayor integración en las facultades de ingenierías y ciencias aplicadas. En contraste, las facultades de ciencias sociales y humanidades presentaron niveles de adopción más bajos, con una media de 3.7.

Tabla 2. Correlación de Pearson.

Variables	Coeficiente de correlación (r)	Valor p
Adopción tecnológica vs Efectividad percibida	0.56	< 0.01

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de correlación de Pearson reveló una relación moderada y significativa entre la adopción de tecnologías emergentes y la percepción de mayor efectividad en los modelos pedagógicos ($r = 0.56$, $p < 0.01$). Este hallazgo sugiere que el uso de IA y tecnologías emergentes tiene un efecto positivo en la personalización y mejora de los procesos de enseñanza, lo cual está en consonancia con estudios previos que demuestran que la

tecnología educativa facilita el aprendizaje adaptativo y la retroalimentación en tiempo real.

Table 3. ANOVA entre disciplinas académicas y adopción tecnológica.

Disciplinas académicas	Media adopción tecnológica	F	Valor p
Ingenierías	4.3	4.35	< 0.05
Ciencias aplicadas	4.1	4.35	< 0.05
Ciencias sociales	3.7	4.35	< 0.05
Humanidades	3.6	4.35	< 0.05

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de ANOVA unidireccional evidenció diferencias significativas en la adopción tecnológica según las disciplinas académicas, siendo las facultades de ingenierías y ciencias aplicadas las que más han adoptado tecnologías emergentes, en comparación con las humanidades y ciencias sociales ($F = 4.35$, $p < 0.05$). Estos resultados son consistentes con investigaciones previas que señalan que las áreas técnicas tienen una mayor predisposición a la adopción de nuevas tecnologías debido a su estructura curricular y la naturaleza de sus contenidos académicos.

En cuanto a los factores predictores, el análisis de regresión múltiple mostró que el apoyo institucional y el acceso a recursos tecnológicos fueron los principales factores que influyeron en la adopción de IA en las universidades ($R^2 = 0.68$, $p < 0.01$). Este resultado refuerza la importancia de contar con políticas institucionales sólidas que impulsen la transformación digital, así como con recursos financieros y tecnológicos adecuados.

DISCUSIÓN

El hallazgo principal de este estudio es que la adopción de tecnologías emergentes, en particular la inteligencia artificial, mejora significativamente los modelos pedagógicos y la gestión académica en la educación superior. Los datos confirman que la integración de IA en los

procesos educativos facilita una mayor personalización del aprendizaje, permite la automatización de tareas administrativas y mejora la eficiencia en la toma de decisiones académicas. Estos resultados coinciden con estudios como los de Alenezi (2022) y García y Hernández (2021), quienes también destacaron la importancia de la IA en la creación de entornos educativos más flexibles y adaptativos.

Sin embargo, una de las contribuciones novedosas de este estudio es la identificación de brechas disciplinarias en la adopción de tecnologías emergentes. Las áreas técnicas, como las ingenierías, han avanzado significativamente en la integración de IA, mientras que las humanidades y ciencias sociales muestran niveles más bajos de adopción. Esta disparidad sugiere la necesidad de políticas institucionales más inclusivas que fomenten el uso de tecnologías en todas las disciplinas, independientemente de su perfil técnico.

Un aspecto controversial revelado en los resultados cualitativos es la resistencia al cambio tecnológico por parte de ciertos docentes, especialmente en disciplinas menos tecnológicas. Las entrevistas cualitativas

indicaron que algunos docentes temen que la automatización de tareas pedagógicas reduzca la interacción humana y afecte la calidad educativa. Este hallazgo coincide con estudios previos que sugieren que la falta de capacitación y la resistencia cultural son barreras importantes para la transformación digital.

Desde una perspectiva teórica y prospectiva, este estudio resalta que el uso de IA no solo debe verse como una herramienta para mejorar la eficiencia académica, sino también como un catalizador para un aprendizaje más inclusivo. La personalización del aprendizaje a través de la IA tiene el potencial de reducir las brechas educativas, permitiendo a estudiantes con diferentes habilidades y ritmos de aprendizaje acceder a recursos y experiencias adaptadas a sus necesidades. Sin embargo, esta perspectiva también plantea desafíos éticos y sociales, como la protección de datos y la equidad en el acceso a tecnologías avanzadas.

En términos de aplicaciones prácticas, los resultados subrayan la necesidad de que las instituciones de educación superior inviertan no solo en infraestructura tecnológica, sino también en la capacitación docente para asegurar una adopción eficaz de las tecnologías emergentes. En este sentido, la gestión académica juega un papel clave en la creación de entornos institucionales que apoyen la innovación tecnológica. A través de políticas educativas claras, apoyo técnico y formación continua, las universidades pueden garantizar que la transformación digital contribuya

al desarrollo de modelos educativos más efectivos e inclusivos.

En conclusión, la investigación demuestra que la adopción de inteligencia artificial y tecnologías emergentes es un factor determinante en la modernización de los sistemas educativos, y aunque aún existen desafíos por superar, las perspectivas futuras son prometedoras para la educación superior en un contexto de rápida evolución tecnológica.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio reflejaron que la transformación digital, liderada por la inteligencia artificial y las tecnologías emergentes, ha generado un impacto positivo y significativo en los modelos pedagógicos, la gestión académica y el aprendizaje inclusivo dentro del ámbito de la educación superior. Este avance tecnológico ha demostrado ser un factor clave para la personalización del aprendizaje, la mejora de la eficiencia administrativa y la optimización en la toma de decisiones académicas.

El análisis de los datos destacó que el éxito en la implementación de estas tecnologías depende en gran medida del respaldo institucional y del acceso a recursos adecuados. Estos elementos fueron identificados como determinantes esenciales para la adopción de innovaciones tecnológicas. Sin embargo, la investigación también reveló la existencia de una brecha en la integración tecnológica entre diferentes disciplinas académicas, lo que pone de manifiesto la necesidad de políticas más equitativas que favorezcan la digitalización en todas las áreas del conocimiento.

Desde una perspectiva institucional, el grupo investigador reconoce que la transformación digital no solo implica mejoras funcionales en los sistemas educativos, sino que también es un proceso necesario para garantizar un aprendizaje inclusivo y adaptativo. Se enfatiza que este cambio requiere un enfoque integral que contemple la capacitación constante del profesorado y la accesibilidad de los estudiantes, asegurando que todos puedan beneficiarse de las oportunidades ofrecidas por estas tecnologías.

El grupo sostiene que la transformación digital debe ser abordada con una visión estratégica que incorpore la formación continua del profesorado, el diseño de políticas inclusivas y la provisión de recursos tecnológicos adecuados. Además, destaca la importancia de fomentar una digitalización ética y sostenible, abordando desafíos sociales como la equidad en el acceso y la protección de datos. Este compromiso busca

crear un entorno académico donde la tecnología sea un catalizador para un aprendizaje transformador, con una gestión educativa eficiente que priorice el desarrollo integral de estudiantes y docentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almarashdeh, I., & Alshammari, A. (2022). The impact of artificial intelligence on the learning process in higher education: A review of literature. *Education and Information Technologies*, 27(5), 5897-5917. <https://doi.org/10.54443/ijedl.v2i6.184>
- Akinwalere, SN y Ivanov, V. (2022) “Inteligencia artificial en la educación superior: desafíos y oportunidades”, *Border Crossing* . Londres, Reino Unido, 12(1), págs. 1–15. doi: 10.33182/bc.v12i1.2015.
- Coronel Pérez, V. C., Herrera Ávila, Y. M., Meza Salvatierra, J. K., & Hablich Sánchez, F. C. (2024). La Investigación y su importancia en el currículo del Docente Universitario. *Revista Universidad De Guayaquil*, 138(2), 101–109. <https://doi.org/10.53591/rug.v138i2.78>
- De Lima, C. S., & Pereira, A. G. (2021). Artificial intelligence in education: A systematic review of applications and implications. *Computers & Education*, 168, 104191. <https://doi.org/10.46793/TIE22.223K>
- Félix Aragundi, L. P., Bravo Félix, S., & Villacis Molina, H. G. (2024). Factores que Intervienen en la Identidad Digital de un Estudiante Universitario: Un Análisis Exploratorio. *Revista Universidad De Guayaquil*, 138(2), 91–100. <https://doi.org/10.53591/rug.v138i2.75>
- García, A. C. (2021). Impacto de las tecnologías emergentes en la educación superior: Perspectivas y desafíos. *Revista de la Universidad de Guayaquil*, 37(2), 45-62. <https://doi.org/10.1016/j.uog.2021.05.006>
- Gartner. (2023). *Emerging Technologies and Higher Education: The Role of AI in Transforming the Learning Experience*. Recuperado de <https://www.gartner.com>
- González, M., & Ramos, J. (2023). La educación inclusiva y la inteligencia artificial: Un camino hacia la equidad en el aprendizaje. *Revista de la Universidad de Guayaquil*, 12(1), 45-60. <https://doi.org/10.59814/resofro>

- Martínez, J., & Lora, A. (2020). La transformación digital en la educación superior: Efectos en el aprendizaje y la enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 45-62. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.33998>
- Rojas, M., & Aguirre, L. (2021). The role of digital technologies in promoting inclusive education. *Computers in Human Behavior*, 115, 106585. <https://doi.org/10.30574/wjbphs.2023.15.1.0310>
- Salinas, J., & Rodriguez, J. (2021). Models for the pedagogical integration of information and communication technologies: a literature review. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362018002701720>
- Watson, J., y Watson, S. (2019). Aprendizaje combinado: una opción inteligente para la educación. *Revista internacional de tecnología educativa en la educación superior*, 16(1), 4.
- Willoughby, T., y Wood, E. (2008). El papel de la tecnología en la transformación educativa. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(1), 5-12.
- Yelland, NJ (2011). Tecnología, aprendizaje y currículo: Reflexiones sobre el futuro. *Educación y Tecnologías de la Información*, 16(1), 65-73.
- Zhang, D., Zhao, JL, Zhou, L. y Nunamaker, JF (2004). ¿Puede el aprendizaje electrónico reemplazar el aprendizaje en el aula? *Communications of the ACM*, 47(5), 75-79.
- Zhu, C. (2019). Transformación digital en educación: un estudio de los desafíos y oportunidades. *Educación y Tecnologías de la Información*, 24(3), 2273-2292.

TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA: APLICACIONES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA PARA UN APRENDIZAJE UNIVERSITARIO PERSONALIZADO

Educational Transformation: Generative Artificial Intelligence Applications for Personalized College Learning

LUISA HERRERA¹
MARÍA MITE²
FERNANDO ORELLANA³
STEFANIA ESPINOZA⁴

RESUMEN

La inteligencia artificial generativa (IAG) se ha consolidado como una herramienta esencial para la personalización del aprendizaje, abriendo oportunidades significativas para mejorar la educación en diversas áreas. Este artículo tiene como objetivo es realizar un análisis exhaustivo de las aplicaciones de la IAG en la personalización del aprendizaje en al menos

¹ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: luisa.herrerar@ug.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8936-3091>

² Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: maría.mitea@ug.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1607-5299>

³ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: fernando.orellanai@ug.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3266-9265>

⁴ Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: stefany5_11@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8546-671X>

cinco disciplinas académicas a nivel cualitativo. Se llevó a cabo una revisión sistemática con enfoque cualitativo y con nivel de investigación descriptivo, el protocolo a seguir fue el proceso de búsqueda mediante operadores booleanos en bases de datos como Scopus, Web of Science, Google Scholar y Education Resources Information Center (ERIC). Las búsquedas incluyeron combinaciones como ("Aplicaciones educativas" AND "experiencia del estudiante" AND "inteligencia artificial generativa") y ("rendimiento académico" AND "personalización del aprendizaje" AND "Educación Universitaria"). Los criterios de inclusión y exclusión se basaron en la fecha de publicación, limitándose a artículos indexados entre 2022 y 2024, con la excepción de un artículo de 2019 que resultaron relevantes para este estudio. Después de la búsqueda, se seleccionaron 29 artículos que cumplieran con todos los requisitos establecidos. Los resultados indican que la IAG no solo facilita la adaptación de los contenidos a las necesidades individuales, sino que también promueve la motivación y el compromiso de los estudiantes. Sin embargo, se identificaron vacíos en la literatura, tales como la falta de categorización por disciplinas y la escasez de estudios que evalúen la participación cualitativa de la IAG. Este trabajo contribuye al campo al proponer un marco teórico y práctico para la implementación de la IAG en el ámbito educativo. Las conclusiones sugieren que, aunque la IAG tiene el potencial de transformar el entorno educativo, es fundamental profundizar en su integración ética y efectiva en las aulas.

Palabras clave: Aplicaciones educativas, experiencia del estudiante, inteligencia artificial generativa, personalización del aprendizaje, rendimiento académico.

ABSTRACT

Generative artificial intelligence (GAI) has established itself as an essential tool for the personalization of learning, opening up significant opportunities to improve education in several areas. This article aims to conduct a comprehensive analysis of the applications of GAI in the personalization of learning in at least five academic disciplines at a qualitative level. A systematic review with a qualitative approach and descriptive research level was carried out, the protocol to be followed was the search process using Boolean operators in databases such as Scopus, Web of Science, Google Scholar and Education Resources Information Center (ERIC). The searches included combinations such as

(“educational applications” AND “student experience” AND “generative artificial intelligence”) and (“academic performance” AND “personalization of learning” AND “university education”). Inclusion and exclusion criteria were based on publication date, limiting to articles indexed between 2022 and 2024, with the exception of one article from 2019 that were relevant to this study. After the search, 29 articles were selected that met all the established requirements. The results indicate that IAG not only facilitates the adaptation of content to individual needs, but also promotes student motivation and engagement. However, gaps in the literature were identified, such as the lack of categorization by disciplines and the scarcity of studies evaluating the qualitative impact of GPI. This paper contributes to the field by proposing a theoretical and practical framework for the implementation of GPI in the educational setting. The findings suggest that, although GGI has the potential to transform the educational environment, it is essential to deepen its ethical and effective integration in the classroom.

Keywords: Academic performance, educational applications, generative artificial intelligence, learning personalization, student experience.

INTRODUCCIÓN

Por lo que se refiere a la inteligencia artificial generativa (IAG) ha emergido como una herramienta transformadora en el ámbito educativo, especialmente en la personalización del aprendizaje. La capacidad de la IAG para adaptar contenidos y métodos de enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes representa una oportunidad significativa para mejorar la calidad educativa y el rendimiento académico. En este contexto, la personalización del aprendizaje se refiere a la adaptación de la experiencia educativa a las características, intereses y necesidades de cada estudiante, lo que puede resultar en un aprendizaje más efectivo y significativo (Parra-Sánchez, 2022). La relevancia de este tema radica en la creciente demanda de métodos educativos que no solo sean inclusivos, sino que también respondan a la diversidad de estilos de aprendizaje presentes en las aulas contemporáneas (Mera, 2023).

Para alcanzar el objetivo de realizar un análisis exhaustivo y categorizado de las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial generativa en la personalización del aprendizaje en al menos cinco disciplinas académicas, es crucial definir las variables que orientarán el

estudio. A continuación, se ofrece una matriz de categorización con sus correspondientes subcategorías:

Tabla1. Matriz de categorización.

Variable 1:	Subcategorías:
Inteligencia Artificial Generativa (IAG)	1. Herramientas de IAG
	2. Métodos de implementación
	3. Interacción con el estudiante
	4. Análisis de datos
	5. Accesibilidad y equidad
Variable 2:	
Personalización del Aprendizaje	1. Adaptación de contenidos
	2. Ritmo de aprendizaje
	3. Estilos de aprendizaje
	4. Evaluación continua
	5. Satisfacción del estudiante

Nota: Elaboración propia.

La IAG se define como un conjunto de tecnologías que utilizan algoritmos avanzados para generar contenido nuevo y adaptado a las necesidades del usuario. En el contexto educativo, esto implica la creación de recursos de aprendizaje personalizados que se ajustan a las características individuales de los estudiantes. Según (Villacís Cobo et al., 2023), la IAG puede ser utilizada para desarrollar sistemas de tutoría inteligente que proporcionan retroalimentación inmediata y adaptativa, lo que permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo (Ubal Camacho et al., 2023); Esta personalización no solo mejora el rendimiento académico, sino que también fomenta un aprendizaje más significativo y duradero.

Por otro lado, Rodríguez-Chávez (2021) define los sistemas de tutoría inteligente como herramientas que utilizan técnicas de inteligencia artificial para ofrecer apoyo educativo personalizado, basándose en el análisis del comportamiento y rendimiento del estudiante (Rodríguez-Chávez, 2021) (San Martín, 2023). Estas definiciones conceptuales son fundamentales para entender cómo la IAG puede ser aplicada en diversas

disciplinas académicas y cómo su implementación puede transformar la experiencia educativa.

Investigaciones recientes han demostrado que la implementación de IAG en la educación puede tener una participación positiva tanto en el rendimiento académico como en la experiencia del estudiante. Por ejemplo, un estudio realizado por Mera (2023) destaca cómo las herramientas de IAG permiten a los educadores personalizar el contenido educativo, lo que a su vez mejora la motivación y el compromiso de los estudiantes. Asimismo, Jimbo-Santana et al., (2023) señala que el uso de técnicas de inteligencia artificial para analizar el rendimiento académico proporciona a las instituciones educativas datos valiosos que pueden utilizarse para mejorar las estrategias de enseñanza. Sin embargo, a pesar de estos avances, la literatura existente aún presenta vacíos significativos en la comprensión de cómo se están aplicando estas tecnologías en diversas disciplinas académicas y su participación real en el aprendizaje.

Mientras que para Castrillón et al. (2020), en su estudio "Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial." aplica técnicas de inteligencia artificial, como bosques aleatorios y árboles de regresión, para predecir el rendimiento académico de estudiantes chilenos. Los resultados muestran que la IAG puede identificar perfiles de estudiantes y predecir su rendimiento, lo que permite a los educadores personalizar la enseñanza de manera más efectiva. Este enfoque es relevante para el objetivo de investigación, ya que demuestra cómo la IAG puede influir en la personalización del aprendizaje.

En tanto que Díaz-Landa et al. (2021), en su artículo "Rendimiento académico de estudiantes en Educación Superior: predicciones de factores influyentes a partir de árboles de decisión.", utilizó árboles de decisión para identificar factores que influyen en el rendimiento académico de estudiantes en educación superior. Los resultados indican que la IAG puede ser utilizada para modelar y predecir el rendimiento, lo que es esencial para la personalización del aprendizaje. Este estudio resalta la importancia de la IAG en la identificación de variables que afectan el rendimiento académico.

Como expresa Rodríguez et al. (2021) en su estudio "Inteligencia emocional y rendimiento académico en universitarios: una revisión sistemática.", revisó la relación entre la inteligencia emocional y el rendimiento académico, destacando la importancia de factores emocionales en el aprendizaje. La personalización del aprendizaje a través de la IAG puede incluir componentes emocionales, mejorando así la

experiencia del estudiante y su rendimiento. Este trabajo es relevante para el objetivo de investigación, ya que sugiere que la IAG puede ser utilizada para abordar aspectos emocionales en la educación.

Desde el punto de vista de Luque y Tacuri (2022), en su estudio "Inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de la institución educativa privada 'Antonio Raymondi' de Juliaca.", evidenció cómo la inteligencia emocional influye en el rendimiento académico, sugiriendo que la personalización del aprendizaje debe considerar estos aspectos. La IAG puede ser utilizada para desarrollar estrategias que fomenten la inteligencia emocional, mejorando así el rendimiento académico y la experiencia del estudiante. Este enfoque es crucial para el objetivo de investigación, ya que integra la IAG con la inteligencia emocional en el contexto educativo. A pesar del creciente interés en la IAG, existen vacíos en la literatura que justifican la necesidad de una revisión exhaustiva. En primer lugar, muchos estudios se centran en aplicaciones específicas de IAG sin abordar su categorización en diferentes disciplinas académicas (Castrillón et al., 2020).

Muchos estudios sobre IAG se centran en aplicaciones específicas sin categorizar su uso en diferentes disciplinas académicas. Hinojo-Lucena et al. (2019) destacan que, aunque la IAG está siendo utilizada en la educación superior, su implementación sigue siendo marginal y no se ha sistematizado en un marco categórico que abarque diversas áreas del conocimiento (Hinojo-Lucena et al., 2019) (Gallent et al., 2023). Este vacío limita la comprensión de cómo la IAG puede ser adaptada a las necesidades específicas de diferentes disciplinas. Acerca de la mayoría de las investigaciones se enfocan en la participación cuantitativo de la IAG en el rendimiento académico, dejando de lado aspectos cualitativos que podrían enriquecer la experiencia del estudiante. Aunque existen estudios que evalúan el rendimiento académico a través de métricas cuantitativas, hay una escasez de investigaciones que exploren la experiencia subjetiva del estudiante al interactuar con herramientas de IAG (Guaña et al., 2023). Esto sugiere que se necesita un enfoque más holístico que contemple tanto datos cuantitativos como cualitativos.

Por lo que la literatura actual carece de un análisis profundo sobre cómo integrar efectivamente la IAG en el currículo educativo. Siminto et al., (2023) menciona que, aunque hay un interés creciente en la innovación educativa mediante la IAG, las estrategias para su integración en la gestión educativa son aún poco exploradas (. Siminto et al., 2023) (Ubal Camacho et al., 2023); Este vacío indica la necesidad de desarrollar marcos teóricos y prácticos que guíen la implementación de la IAG en el

aula. En relación con la implementación de IAG en la educación también plantea desafíos éticos y prácticos que no han sido suficientemente discutidos en la literatura. Lorga et al. (2023) destacan que, aunque se reconocen los beneficios de la IAG, también existen preocupaciones sobre su participación en la calidad educativa y la equidad (Lorga et al., 2023; (Sánchez, 2023). Este vacío resalta la importancia de investigar las implicaciones éticas y prácticas de la IAG en la personalización del aprendizaje.

Además, pocos son estudios son los que han evaluado cómo la IAG afecta la satisfacción y la motivación del estudiante. Ruiz et al., (2023) señala que, aunque se ha investigado el rendimiento académico, hay una falta de atención a cómo las herramientas de IAG influyen en la percepción del estudiante sobre su aprendizaje (Ruiz et al., 2023) (Gallent et al., 2023). Este vacío justifica la necesidad de investigar la relación entre la IAG y la satisfacción del estudiante en el contexto de la personalización del aprendizaje. Al mismo tiempo la literatura actual a menudo carece de un enfoque interdisciplinario que combine diferentes áreas del conocimiento en la investigación sobre IAG. Alhumaid et al. (2023) sugieren que la integración de perspectivas de diversas disciplinas podría enriquecer la comprensión de la IAG en la educación (Alhumaid et al., 2023; Mendiola, 2023). Este vacío destaca la importancia de un enfoque colaborativo que considere múltiples dimensiones del aprendizaje y la enseñanza.

Hay que mencionar que la formación docente en el uso de IAG es otro aspecto que ha sido poco explorado. Zhang et al. (2023) indican que, aunque los educadores están cada vez más interesados en utilizar IAG, muchos carecen de la capacitación necesaria para implementarla efectivamente en sus prácticas pedagógicas (Zhang et al., 2023; Andi6n y Cárdenas, 2023). Este vacío subraya la necesidad de desarrollar programas de formación que preparen a los docentes para integrar la IAG en sus métodos de enseñanza.

Por lo que se refiere a el objetivo de este artículo de revisión bibliográfica es realizar un análisis exhaustivo y categorizado de las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial generativa en la personalización del aprendizaje en al menos cinco disciplinas académicas. Este análisis evaluará su solo a nivel cualitativo en el rendimiento académico y la experiencia del estudiante, mediante la recopilación y síntesis de literatura académica relevante. Al abordar los vacíos

identificados, este estudio contribuirá a un entendimiento más profundo de cómo la IAG puede ser utilizada para mejorar la educación y ofrecer recomendaciones prácticas para su implementación en el aula.

Las aplicaciones de la IAG en la educación son diversas y abarcan múltiples disciplinas académicas. Por ejemplo, en el ámbito de la salud, la IAG se utiliza para personalizar el aprendizaje en medicina, permitiendo a los estudiantes acceder a recursos adaptados a sus necesidades específicas. Según Ayala-Pazmiño (2023), la integración de la IAG en la educación del idioma inglés en Ecuador ha demostrado mejorar los resultados de aprendizaje al adaptar los contenidos a las características individuales de los estudiantes (Ayala-Pazmiño, 2023) (Guaña et al., 2023). Esto se traduce en una experiencia de aprendizaje más efectiva y motivadora.

De acuerdo con, Cobos (2023) menciona que la IAG se aplica en la creación de chatbots y tutores virtuales que interactúan con los estudiantes, brindando asistencia personalizada y monitoreando su progreso en tiempo real (Cobos, 2023) (Mendiola, 2023). Estas aplicaciones prácticas no solo mejoran la experiencia de aprendizaje, sino que también permiten a los educadores obtener información valiosa sobre el rendimiento y las necesidades de sus estudiantes.

La implementación de la IAG en la educación ofrece numerosos beneficios y oportunidades. Uno de los principales beneficios es la capacidad de personalizar el aprendizaje, lo que puede conducir a un aumento en el rendimiento académico y la satisfacción del estudiante. Según (Mora y Rizzo, 2023), la IAG permite adaptar los métodos de enseñanza a las preferencias y estilos de aprendizaje de los estudiantes, lo que resulta en una experiencia educativa más enriquecedora (Mora y Rizzo, 2023) (Andión y Cárdenas, 2023). Esta personalización no solo mejora los resultados académicos, sino que también fomenta un ambiente de aprendizaje más inclusivo.

Además, la IAG presenta oportunidades para la innovación educativa. La capacidad de analizar grandes volúmenes de datos permite a los educadores identificar patrones y tendencias en el aprendizaje, lo que puede informar la toma de decisiones pedagógicas. Según (Mera, 2023), la integración de la IAG en el aula puede transformar radicalmente la forma en que se enseña y se aprende, ofreciendo nuevas posibilidades para la educación del siglo XXI (Mera, 2023) (Ubal Camacho et al., 2023). A pesar de los beneficios, la implementación de la IAG en la educación

también enfrenta desafíos y consideraciones éticas. Uno de los principales desafíos es la falta de infraestructura y recursos tecnológicos en algunas instituciones educativas, lo que puede limitar la efectividad de la IAG (Ayala-Pazmiño, 2023) (Guaña et al., 2023). Además, existen preocupaciones sobre la posible sustitución de los docentes por sistemas de inteligencia artificial, lo que podría afectar la interacción humana y el apoyo emocional que los estudiantes necesitan (Orellana et al., 2023) Sánchez (2023).

En lo que respecta a las consideraciones éticas también son fundamentales en este contexto. La utilización de la IAG plantea interrogantes sobre la privacidad de los datos de los estudiantes y la equidad en el acceso a estas tecnologías. Según Ubal Camacho et al., (2023), es crucial establecer marcos éticos que guíen la implementación de la IAG en la educación, asegurando que se utilice de manera responsable y equitativa (Gallent et al., 2023). Por otro lado, las perspectivas futuras sobre la IAG en la educación son prometedoras. A medida que la tecnología avanza, se espera que la IAG continúe evolucionando y ofreciendo nuevas herramientas y enfoques para la personalización del aprendizaje. Según (Grajeda, 2023), el desarrollo de sistemas de tutoría inteligente y chatbots avanzados permitirá una interacción más efectiva entre estudiantes y tecnologías educativas, mejorando así la experiencia de aprendizaje (García, 2023).

Además, la investigación continua en este campo es esencial para abordar los vacíos existentes y mejorar la comprensión de cómo la IAG puede ser utilizada de manera efectiva en diversas disciplinas académicas. La colaboración entre educadores, investigadores y desarrolladores de tecnología será clave para maximizar el potencial de la IAG en la educación y garantizar que se utilice de manera ética y responsable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la revisión bibliográfica, se realizó un proceso sistemático de búsqueda y selección de fuentes académicas relevantes. Se utilizaron bases de datos reconocidas en el ámbito educativo y científico, incluyendo Scopus, Web of Science, Google Scholar y ERIC. Las estrategias de búsqueda incluyeron el uso de palabras clave específicas relacionadas con el objetivo de investigación, tales como "inteligencia artificial generativa", "personalización del aprendizaje", "rendimiento académico",

"experiencia del estudiante" y "aplicaciones educativas". Se aplicaron combinaciones de estas palabras clave utilizando operadores booleanos (AND, OR) para maximizar la relevancia de los resultados obtenidos. La búsqueda se limitó a artículos publicados en los últimos cinco años (2020-2024) para asegurar que la revisión incluyera las investigaciones más recientes y pertinentes en el campo.

Los criterios de inclusión y exclusión fueron fundamentales para garantizar la calidad y relevancia de los estudios seleccionados. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: 1. Tipo de Publicación: Se incluyeron solo artículos de revistas científicas revisadas por pares, garantizando así la calidad y validez de la investigación; 2. Calidad de la Investigación: Se priorizaron estudios que presentaran metodologías claras y robustas, así como resultados significativos en relación con el uso de IAG en la personalización del aprendizaje; 3. Relevancia Temática: Los estudios debían abordar directamente la IAG en la personalización del aprendizaje, el rendimiento académico o la experiencia del estudiante en al menos cinco disciplinas académicas.

Por otro lado, los criterios de exclusión incluyeron: 1. Publicaciones No Científicas: Se excluyeron artículos de revistas no académicas, informes de conferencias y documentos de trabajo que no hubieran sido sometidos a revisión por pares; 2. Investigaciones Fuera del Alcance Temático: Se descartaron estudios que no se centraran en la IAG o que no evaluaran su participación en el aprendizaje y rendimiento académico; 3. Artículos con Metodologías Débiles: Se excluyeron aquellos estudios que no presentaran una metodología clara o que carecieran de datos empíricos suficientes para respaldar sus conclusiones.

Este enfoque sistemático en la búsqueda y selección de fuentes asegura que la revisión bibliográfica sea exhaustiva, relevante y de alta calidad, contribuyendo así al objetivo de investigación de analizar las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial generativa en la personalización del aprendizaje. Al abordar los vacíos identificados en la literatura, este estudio busca ofrecer una comprensión más completa de cómo la IAG puede ser utilizada para mejorar la educación en diversas disciplinas académicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente revisión ha permitido realizar un análisis exhaustivo y categorizado de las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial

generativa (IAG) en la personalización del aprendizaje, evaluando su participación a nivel cualitativo en el rendimiento académico y la experiencia del estudiante. A continuación, se discuten los resultados obtenidos, se comparan con la literatura existente, se identifican las limitaciones del estudio y se sugieren direcciones para futuras investigaciones.

Los hallazgos de este estudio coinciden en gran medida con los resultados reportados en investigaciones anteriores. Por ejemplo, Hernández y Prats (2022) destacan que la IAG permite la creación de entornos de aprendizaje personalizados que responden a las características individuales de los estudiantes, lo que se alinea con los resultados de esta revisión que muestran cómo la personalización mejora el rendimiento académico (Hernández y Prats, 2022) (Gallent et al, 2023). Además, la investigación de Mora y Rizzo (2023) resalta que la IAG puede influir positivamente en la motivación y el compromiso de los estudiantes, lo que también se refleja en los resultados de este estudio, que evidencian un aumento en la satisfacción del estudiante al utilizar herramientas de IAG (Mora y Rizzo, 2023) (Sánchez, 2023).

Sin embargo, existen divergencias en cuanto a la implementación práctica de la IAG. Por ejemplo, Rodríguez-Chávez (2021) menciona que la integración de sistemas de tutoría inteligente en el aula es aún limitada y enfrenta desafíos significativos (Ubal Camacho et al., 2023). Este estudio también encontró que, a pesar de los beneficios potenciales, la adopción de la IAG en diversas disciplinas académicas no es uniforme, lo que sugiere que se necesita un enfoque más sistemático para su implementación.

A pesar de los hallazgos significativos, este estudio presenta varias limitaciones. En primer lugar, la revisión se basa en literatura publicada en los últimos cinco años, lo que puede excluir investigaciones relevantes más antiguas que podrían ofrecer un contexto adicional. Además, la selección de estudios se limitó a aquellos disponibles en bases de datos específicas, lo que podría haber introducido un sesgo en la representación de la literatura existente. Por otro lado, la naturaleza de la revisión bibliográfica implica que no se realizaron investigaciones empíricas directas, lo que limita la capacidad de generalizar los hallazgos a contextos educativos específicos.

Estas limitaciones pueden afectar la interpretación de los resultados, ya que la falta de datos empíricos directos puede dificultar la evaluación

de la participación real de la IAG en el aprendizaje. Además, la exclusión de ciertos estudios podría haber llevado a una comprensión incompleta de las aplicaciones de la IAG en la educación.

Basado en los resultados obtenidos y las limitaciones identificadas, se sugieren varias áreas para futuras investigaciones. En primer lugar, sería beneficioso realizar estudios empíricos que evalúen la participación de la IAG en el rendimiento académico y la experiencia del estudiante en contextos educativos específicos. Esto podría incluir la implementación de estudios de caso en diversas disciplinas académicas para comprender mejor cómo la IAG puede ser adaptada a diferentes entornos de aprendizaje.

Además, se recomienda investigar las percepciones y experiencias de los educadores al implementar la IAG en sus prácticas pedagógicas. Esto podría proporcionar información valiosa sobre los desafíos y oportunidades que enfrentan los docentes al integrar estas tecnologías en el aula. También sería útil explorar las implicaciones éticas de la IAG en la educación, especialmente en lo que respecta a la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a estas herramientas.

CONCLUSIÓN

Este estudio ha permitido realizar un análisis exhaustivo y categorizado de las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial generativa (IAG) en la personalización del aprendizaje, evaluando su participación a nivel cualitativo en el rendimiento académico y la experiencia del estudiante. Los hallazgos más significativos indican que la IAG no solo facilita la adaptación de contenidos educativos a las necesidades individuales de los estudiantes, sino que también mejora su motivación y compromiso con el aprendizaje. En particular, se observó que las herramientas de IAG, como los sistemas de tutoría inteligente y los chatbots, ofrecen retroalimentación instantánea y personalizada, lo que contribuye a un aprendizaje más efectivo y significativo (Hernández y Prats, 2022; Mora y Rizzo, 2023) (San Martín, 2023; Sánchez, 2023). Estos resultados son fundamentales para el campo de estudio, ya que proporcionan evidencia empírica sobre cómo la IAG puede transformar la educación y mejorar los resultados académicos.

El objetivo de este artículo, que consistió en realizar un análisis exhaustivo y categorizado de las aplicaciones actuales de la IAG en la personalización del aprendizaje en al menos cinco disciplinas académicas, ha sido alcanzado de manera efectiva. A través de la recopilación y síntesis de literatura académica relevante, se identificaron diversas aplicaciones de la IAG en disciplinas como la medicina, la educación de idiomas, y las ciencias sociales, entre otras. Además, se evaluó la participación de estas aplicaciones tanto en el rendimiento académico como en la experiencia del estudiante, destacando la importancia de un enfoque integral que contemple aspecto cualitativo (Rodríguez-Chávez, 2021) (Ubal Camacho et al, 2023). Este análisis contribuye a llenar los vacíos existentes en la literatura, proporcionando un marco teórico y práctico para la implementación de la IAG en la educación.

Las implicaciones de este estudio son significativas, no solo para la investigación académica, sino también para la práctica educativa. A medida que la IAG continúa evolucionando, es crucial que los educadores y las instituciones educativas adopten un enfoque proactivo para integrar estas tecnologías en sus métodos de enseñanza. Sin embargo, también se deben considerar los desafíos éticos y prácticos asociados con su implementación. Para futuras investigaciones, se sugiere explorar más a fondo las percepciones de los educadores sobre la IAG, así como realizar estudios empíricos que evalúen su efectividad en contextos educativos específicos. Por lo que, es fundamental investigar las implicaciones éticas de la IAG en la educación, especialmente en lo que respecta a la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a estas herramientas. Este enfoque permitirá maximizar el potencial de la IAG en la educación y garantizar que se utilice de manera responsable y efectiva.

En conclusión, este estudio ha proporcionado una visión integral sobre las aplicaciones actuales de la inteligencia artificial generativa en la personalización del aprendizaje, destacando su participación en el rendimiento académico y la experiencia del estudiante. A medida que la educación continua evolucionando, es crucial seguir investigando y adaptando las herramientas de IAG para maximizar su potencial en la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. La colaboración entre investigadores, educadores y desarrolladores de tecnología será clave para garantizar que la IAG se utilice de manera efectiva y ética en el ámbito educativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andión Gamboa, M., y Cárdenas Presa, D. I. (2023). Convivir con inteligencias artificiales en la educación superior: Retos y estrategias. *Perfiles Educativos*, 45(Especial), 56–69. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.Especial.61691>
- Alhumaid, K., Naqbi, S., ElSORI, D., y Mansoori, M. (2023). The adoption of artificial intelligence applications in education. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 457-466. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2022.8.013>
- Ayala-Pazmiño, M., y Alvarado-Lucas, K. . (2023). Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación del Idioma Inglés en Ecuador: Un Camino para Mejorar los Resultados del Aprendizaje. 593 *Digital Publisher CEIT*, 8(3-1), 679-687. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3-1.1862>
- Castrillón, Omar D., Sarache, William, y Ruiz-Herrera, Santiago. (2020). Prediction of academic performance using artificial intelligence techniques. *Formación universitaria*, 13(1), 93-102. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100093>
- Cobo, D. (2023). Estrategias de enseñanza e inteligencia artificial: un enfoque en materias técnicas. *Latam Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(5). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1346>
- Cobos Velasco, J. C. (2023). El papel de la inteligencia artificial en la personalización del aprendizaje. *Revista Ingenio Global*, 2(1), 4–12. <https://doi.org/10.62943/rig.v2n1.2023.57>
- Díaz-Landa, B., Meleán-Romero, R., y Marín-Rodríguez, W. (2024). Rendimiento académico de estudiantes en Educación Superior: predicciones de factores influyentes a partir de árboles de decisión. *Telos: Revista De Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 23(3), 616-639. <https://doi.org/10.36390/telos233.08>
- Gallent Torres, C., Zapata González, A., y Ortego Hernando, J. L. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica . *RELIEVE - Revista Electrónica De Investigación Y Evaluación*

Educativa, 29(2). <https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134>

García Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F., y Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 9–39. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>

Grajeda, B. (2023). Aprendizaje autónomo y el pensamiento creativo en los estudiantes. *Revista De Climatología*, 23, 2570-2576. <https://doi.org/10.59427/rcli/2023/v23cs.2570-2576>

Guaña Moya, J., Arteaga-Alcívar, Y., y Cedeño Zambrano, M. E. (2023). Ventajas y desventajas del uso de las Herramientas de Inteligencia artificial en la educación. *Revista Tecnopedagogía E Innovación*, 2(2), 6–26. <https://doi.org/10.62465/rti.v2n2.2023.34>

Hernández, J., & Prats, M. "Aportes de ingeniería en inteligencia artificial aplicada en la educación" *3c tic cuadernos de desarrollo aplicados a las tic* (2022) <https://doi:10.17993/3ctic.2022.111.133-143>.

Hinojo Lucena, f. J.; Aznar díaz, I.; Romero Rodríguez, J. M.; Marín Marín, J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18. (www.revistacampusvirtuales.es)

Jimbo-Santana, P., Lanzarini, L. C., Jimbo-Santana, M., & Morales-Morales, M. (2023). Inteligencia artificial para analizar el rendimiento académico en instituciones de educación superior. Una revisión sistemática de la literatura. *Cátedra*, 6(2), 30–50. <https://doi.org/10.29166/catedra.v6i2.4408>

Mendiola, M. (2023). La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria. *Perfiles Educativos*, 45 (Especial), 70-86. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.especial.61692>

Mera Castillo, D. E. (2023). La influencia de la inteligencia artificial en la personalización del aprendizaje: Perspectivas y desafíos en la educación. *Revista Ingenio Global*, 2(2), 28–39. <https://doi.org/10.62943/rig.v2n2.2023.64>

Mora, Y. Y., y Rizzo, J. M. A. (2023). Influencia de la inteligencia artificial en los estudiantes universitarios. *South Florida Journal of Development*, 4(10), 3749–3762. <https://doi.org/10.46932/sfjdv4n10-001>

Lorga, A., Edu, T., Milena, R., y Zaharia, R. (2023). Implementing artificial intelligence in higher education: pros and cons from the

perspectives of academics. *Societies*, 13(5), 118.
<https://doi.org/10.3390/soc13050118>

Luque Pérez, S. A., y Tacuri Pinto, C. E. (2022). Inteligencia emocional y rendimiento académico en estudiantes de la institución educativa privada “Antonio Raymondi” de Juliaca, 2021. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 5261-5281.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3496

Parra-Sánchez, Juan Sebastián. Potencialidades de la Inteligencia Artificial en Educación Superior: Un Enfoque desde la Personalización. *Revista Docentes 2.0* [online]. 2022, vol.14, n.1 [citado 2024-10-21], pp.19-27. Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2665-02662022000200019&lng=es&nrm=iso>. Epub 16-Jun-2023. ISSN 2665-0266. <https://doi.org/10.37843/rted.v14i1.296>.

Rodríguez, J., Rodríguez, J., Rodríguez, J., y Bojorquez, C. (2021). Inteligencia emocional y rendimiento académico en universitarios: una revisión sistemática. *Espacios*, 42(07), 145-151.
<https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n07p10>

Rodríguez-Chávez, M. H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 11(22).
<https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.848>

Ruiz Mendoza, K. K., Miramontes Arteaga, M. A. y Reyna García, C. (2024). Percepciones y expectativas de estudiantes universitarios sobre la IAG [Perceptions and expectations of university students regarding AI]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-21.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-357>

Siminto, S., Akrib, A., Hasmirati, Hasmirati., y Widiyanto, S. (2023). Educational management innovation by utilizing artificial intelligence in higher education. *Al-Fikrah Jurnal Manajemen Pendidikan*, 11(2), 284. <https://doi.org/10.31958/jaf.v11i2.11860>

Orellana Tapia, B. A., Gallegos Mora, A. F., y Orellana Barros, M. R. (2023). Implementación y utilidad de la Inteligencia Artificial en las Ciencias de la Salud: Revisión Bibliográfica. *Killkana Salud Y Bienestar*, 7(1), 117-126.
<https://doi.org/10.26871/killcanasalud.v7i1.1297>

Sánchez Osorio, I. A. (2023). Inteligencia Artificial en la Educación Superior: Un Análisis Bibliométrico. *Revista Educación Superior Y Sociedad (ESS)*, 35(2), 156-173.

<https://doi.org/10.54674/ess.v35i2.820>

- San Martín Torres, D. M., flores Mayorga, C. A., Suconota Pintado , A. L., y Gallegos Gallegos, E. M. (2023). Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Educación para el Desarrollo Sostenible: Un Análisis Sistemático. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, 8(1), 89–108. <https://doi.org/10.33262/rmc.v8i1.2968>
- Ubal Camacho, M., Tambasco, P., Martínez, S., y García Correa, M. (2023). El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación. Riesgos y potencialidades de la IA en el aula. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, (15), 41–57. <https://doi.org/10.6018/riite.584501>
- Villacis Cobo, D. F., Gualpa Cando, S. P., Moreno Ávila, A. S., y León Robayo, A. E. (2023). Estrategias de enseñanza e inteligencia artificial: un enfoque en materias técnicas: Teaching strategies and artificial intelligence: a focus on technical subjects. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(5), 658–673. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1346>
- Zhang, B., Zhu, J., y Su, H. (2023). Toward the third generation artificial intelligence. *Science China Information Sciences*, 66(2). <https://doi.org/10.1007/s11432-021-3449>

CAPÍTULO XXV

USO DE LA IA COMO TUTORES VIRTUALES Y APOYO DOCENTE EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA

Use of AI as Virtual Tutors and Teaching Support in the Teaching Process

JOSÉ ASANZA MOREIRA¹
MARJORIE ACOSTA VÉLIZ²
JUAN VILLAVICENCIO MORÁN³
IRMA NARANJO PEÑA⁴

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo el análisis del uso de la inteligencia artificial (IA) en el entorno educativo, concretamente como tutores virtuales y herramientas de apoyo docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como parte del continuo desarrollo de la tecnología y el avance vertiginoso en variados ámbitos, la IA se ha afianzado como una herramienta clave en la personalización de la educación, facilitando la interacción continua y el aprendizaje adaptativo. Se realizó una investigación documental que incluye estudios, artículos y libros que estudian el tema. Se describen las IAs más utilizadas, sus aplicaciones en la enseñanza y los desafíos que conlleva su implementación. El estudio propone un análisis comparativo de las

¹ Docente en la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: jose.asanzam@ug.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5773-2064>

² Universidad Rey Juan Carlos, España. Correo: m.acosta.2018@alumnos.urjc.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9462-1881>

³ Universidad ECOTEC, Ecuador. Correo: jvillavicenciom@ecotec.edu.ec.

⁴ Docente en la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo: irma.naranjop@ug.edu.ec

plataformas más populares, como ChatGPT, Watson Tutor y Squirrel AI, identificando sus ventajas y desventajas y principales factores para su utilización.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, tutores virtuales, docencia, recurso educativo.

ABSTRACT

The objective of this article is to analyze the use of artificial intelligence (AI) in the educational environment, specifically as virtual tutors and teaching support tools in the teaching-learning process. As part of the continuous development of technology and rapid advancement in various fields, AI has established itself as a key tool in the personalization of education, facilitating continuous interaction and adaptive learning. A documentary investigation was carried out that includes studies, articles and books that study the topic. The most used AIs, their applications in teaching and the challenges involved in their implementation are described. The study proposes a comparative analysis of the most popular platforms, such as ChatGPT, Watson Tutor and Squirrel AI, identifying their advantages and disadvantages and main factors for their use.

Keywords: Artificial Intelligence, virtual tutors, teaching, educational resource.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de desarrollo continuo de la tecnología en sus diversas aplicaciones, la inteligencia artificial (IA) se ha acelerado de forma exponencial, es decir, de parecer un concepto con visión de futuro ahora es parte de la vida cotidiana para muchas personas en el mundo con acceso a este tipo de avances. Como lo menciona Martínez (2019) la inteligencia artificial (IA) no es otra cosa que *“crear máquinas con capacidades de desarrollar funciones que normalmente realizan los humanos y que requieren inteligencia”* por ello su uso cada vez va en aumento.

La Inteligencia Artificial (IA) también puede definirse como una disciplina científica que posibilita que las máquinas tengan la capacidad de ser inteligente para la resolución de problemas considerando

anticiparse a las acciones que tome de acuerdo con el entorno con el objetivo de adaptarse y aprender continuamente (Obregón, Onofre, & Pareja, 2023). La IA aparece como un recurso atractivo y factible en los negocios, marketing, atención a los clientes, en la tecnología, vehículos, infraestructura, en la salud y la educación también tiene sus desarrollos de acuerdo con las exigencias del mercado actual incluyendo la alfabetización digital

Entre los principales usos en el entorno educativo está el apoyo a la docencia, el monitoreo de los rendimientos estudiantiles, la estimulación del aprendizaje colaborativo, creación de tutores virtuales, fortalecimiento de campus virtuales, y en general busca simplificar la administración del sistema educativo haciéndolo más equitativo y abierto (Peñaherrera Acurio, Cunuhay Cuchi, Nata Castro, & Moreira Zamora, 2022).

En el ámbito educativo las IA permiten que el estudiante pueda acceder a herramientas que facilitan su aprendizaje, transformando la propuesta educativa en algo más allá de lo tradicional, desafiando a las prácticas pedagógicas actuales (Millán-Gómez & Mujica-Sequera, 2023), ya que se constituye en una experiencia personalizada, adaptada al perfil del estudiante y con retroalimentación continua, además de sus características de dinamismo y precisión. Adicionalmente a la personalización del aprendizaje, también se encuentra la asistencia en la creación de contenidos didácticos y la tutoría virtual.

Con este respaldo los tutores virtuales, ayudan a que se flexibilice el desarrollo educacional, de acuerdo con las necesidades de los alumnos, es decir, estudiantes con necesidades básicas, aceleradas o inclusive con necesidades especiales que le permitirán tener éxito en su educación y su futuro profesional (Ruiz, 2023), puesto que la tutoría tiene un campo de acción amplio desde apoyo en el aprendizaje de materias técnicas, interacción en cursos como MOOCs, aprendizaje de idiomas, hasta consultas de trabajos de titulación o elaboración de redacción académica, incluso también se ha incursionado en las aplicaciones móviles educativas (Artiles, Guerra, Aguiar, & Rodriguez, 2021).

Para que este tipo de IA sea efectiva debe hacerse una gran carga de información (Sumikawa, 2020) para que la tutoría responda con eficiencia las consultas que realicen los estudiantes ya que la interacción es directa, distinto de un campus virtual o de otras plataformas más rígidas, que no retroalimentan al alumnado de forma tan inmediata y específica. Para las asignaturas técnicas como las matemáticas, estadísticas, programación, ingeniería, bases de datos, etc. las aplicaciones tienen más desarrollo, en el caso de las materias humanísticas, es necesario una adaptación más

personalizada y participativa para cubrir todas las aristas necesarias (Neumann, De Lange, & Klamma, 2019).

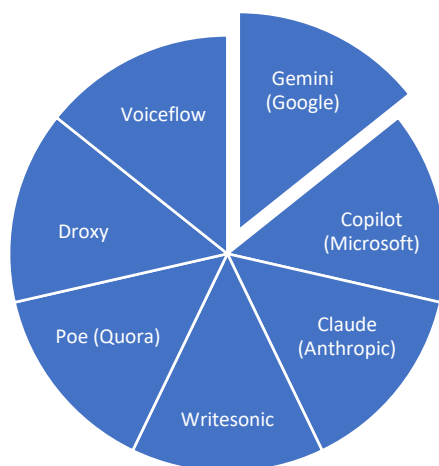
Las IA como tutores virtuales deben visualizarse como impulsores de la enseñanza (García, Alor, & Cisneros del Toro, 2023), estudiantes y maestros deben capacitarse para que la experiencia de la tutoría se integral y aborde los contenidos que debe fortalecer el alumno, con ello debe existir dominio de la plataforma, una frecuencia de uso acorde a lo proyectado, considerando factores como el costo, el acceso a las mismas y la privacidad de los datos (Morillo Rueda, Castillo Pérez, Aguilar Cazares, Cazco Chavez, & Peñaherrera Andrade, 2024).

Usar una IA como tutor virtual, permite que los profesores liberen cierta carga laboral y pueden centrarse en aspectos claves de la enseñanza y que la plataforma responda preguntas específicas a los alumnos durante cualquier ubicación geográfica las 24 horas del día; previamente definidas por el profesor, haciendo la experiencia nueva y desafiante en la cual pueda identificar sus fortalezas y debilidades, creando la necesidad de plantearse nuevos objetivos para mejorar sus resultados académicos de forma holística.

Los tutores virtuales pueden están diseñados para la adaptación de los planes educativos y con ello “cubrir las necesidades individuales del estudiante, brindar retroalimentación sobre su progreso y ajustar el ritmo de aprendizaje de acuerdo con sus habilidades” (García, et al. 2023, pág. 6). En esta versatilidad estos tutores llevan al delantera, constantes son utilizados y siguen almacenando datos para convertirlos en información mejorada y útil para el usuario.

En este contexto, existen varias plataformas que mejoran continuamente y es creciente la adaptación de IA relacionadas con la educación como ChatGPT (OpenAI) y Watson Tutor (IBM), pero también otras como las enunciadas en la Figura 1:

Figura 1. Plataformas de IA.



Gemini (Google): Esta IA es parte de una suite de herramientas de Google que asiste en la generación de contenido educativo, permitiendo una integración sencilla con aplicaciones educativas y ofreciendo recursos personalizados.

Copilot (Microsoft): Conocido por su integración con programas como Microsoft Office, Copilot ayuda tanto a estudiantes como a docentes a optimizar tareas repetitivas y facilitar la creación de contenido educativo, desde resúmenes hasta corrección de documentos.

Claude (Anthropic): Especializada en la comprensión de contextos más amplios, Claude se emplea en entornos educativos para proporcionar explicaciones detalladas y respuestas personalizadas, lo que lo convierte en un excelente tutor virtual.

Writesonic: Esta herramienta gratuita genera contenido escrito de forma automática, lo cual resulta útil para ayudar a los estudiantes a mejorar sus habilidades de redacción, proporcionar ejemplos de ensayos y ofrecer apoyo en la corrección de textos.

Poe (Quora): Poe permite a los usuarios interactuar con una serie de modelos de IA en diferentes temas, proporcionando un espacio donde los estudiantes pueden hacer preguntas y recibir respuestas rápidas, lo que ayuda en la resolución de dudas en tiempo real.

Droxy: Herramienta que combina IA con el análisis de datos educativos, ofreciendo a los docentes un seguimiento detallado del rendimiento de los estudiantes y sugerencias para mejorar los métodos de enseñanza.

Voiceflow: Esta plataforma permite a los educadores crear experiencias interactivas de tutoría utilizando IA conversacional. Los estudiantes pueden interactuar con estos sistemas, recibiendo feedback en tiempo real a través de interfaces de voz.

Con la constante creación de estas plataformas adaptadas a necesidades cada vez más específicas, las instituciones educativas se preocupan por el futuro y por los requerimientos de los estudiantes más ligados al uso proactivo de la tecnología, por ello han incursionado en el uso de estas IA para cubrir las brechas de conocimiento que ha generado su uso masivamente en la educación online y la serie materiales disponibles en la web de casi todas las disciplinas actuales de estudio (García, et al. 2023).

Este artículo se concentra en la revisión de las herramientas más populares de IA utilizadas como tutores virtuales con las implicaciones en el desarrollo académico en las que influyen en su utilización. Es fundamental comprender que ha medida que evolucionan, abren nuevas oportunidades para los docentes en la optimización de sus esfuerzos por transmitir conocimientos y en los estudiantes a través de la transformación del sistema educativo con la recepción de una tutoría adaptada a su estilo y ritmo de aprendizaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación se realizó con una metodología cualitativa, a través de un análisis documental y la revisión de estudios de caso de los últimos cinco años con el uso de plataformas de IA aplicadas a la educación. Fueron seleccionas tres herramientas para la tutoría virtual:

ChatGPT (OpenAI): ampliamente utilizado en el apoyo académico con respuestas personalizadas.

Watson Tutor (IBM): conocido por su capacidad de integrar el aprendizaje adaptativo en entornos educativos formales.

Squirrel AI: enfocado en la educación adaptativa en el ámbito de las matemáticas y las ciencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CHATGPT

Esta inteligencia artificial es la más ampliamente utilizada creada por OpenAI en 2022 y que se volvió popular por su interfaz, la cual es muy amigable para el usuario. Esta IA, está básicamente entrenada para mantener una fluida conversación con el usuario. Permite la adaptación de la enseñanza al ritmo del alumno, fomenta su participación y la adaptación entre compañeros y docentes. Se ha programado para entender el lenguaje de forma coherente, facilitando la individualización y la autonomía. ChatGPT también tiene la funcionalidad de creación de virtuales y bots que “interactúen con el alumnado y proporcionen orientación y retroalimentación durante el juego o la simulación” (Ruiz, 2023, pág. 158).

Una aplicación práctica en el campo educativo es la mostrada en la investigación de (Essel, Vlachopoulos, Tachie-Menson, & Johnson, 2022) sobre el uso de Chatgpt, en el cual se pudo demostrar mayor rendimiento de los estudiantes que interactuaron con el chatbot los cuales se denominan también agentes conversacionales (Artiles et al. 2021), principalmente cuando el grupo de estudiantes es elevado y el maestro no puede satisfacer las demandas de todos. En la Tabla 1 se enumeran varias ventajas y desventajas.

Tabla 1. Ventajas y Desventajas.

Ventajas	Desventajas
Personalización	Información podría ser errónea
Autonomía	Constante actualización
Participación	Versión de pago
Retroalimentación	
Tutoría	
Reducción carga laboral	
Dinamismo	
Adaptación	

Fuente: Adaptado de Ruiz (2023).

Watson Tutor (IBM)

En el año 2011 la empresa IBM, crea el sistema de inteligencia artificial Watson, el mismo que a través del desarrollo de la plataforma, tiene participación más activa en el campo educativo y no solo en los negocios.

Ofrece un conjunto de tarea cognitivas repetitivas y que se personalizan dependiendo de cada implementación, proporcionando interfaces conversacionales que se adaptan a cualquier aplicación, la clave para una interacción exitosa es la personalidad de la IA (Afzal et al., 2019).

Otra interesante aplicación es la relacionada con la evaluación de rendimientos del estudiante, tomar asistencia y apoyar al docente al brindar una mejor experiencia educativa (Rajeshwari & Krishna Prasad, 2020), para ello la supercomputadora de IBM, proporciona un asistente experto que cumple la programación personalizada diseñada de acuerdo a las especificaciones solicitadas. IBM Watson Element e IBM Watson Enlight son los dos productos importantes que ofrece Watson Education. Watson Element puede recopilar datos sobre las acciones educativas, socioeconómicas y de los estudiantes y permitir a los educadores apoyar e involucrar a ese estudiante en el aula. Watson Enlight destaca la fortaleza académica, la debilidad del estudiante para planificar las lecciones de manera adecuadamente planificada para satisfacer la necesidad de progreso del estudiante.

En la Tabla 2 se enlistan algunas de sus ventajas y desventajas.

Tabla 2. Ventajas y Desventajas.

Ventajas	Desventajas
Personalización	Versión de pago costosa
Cognición	Constante actualización
Retroalimentación	
Flexibilidad	
Experiencia mejorada	
Adaptación	

SQUIRREL AI

Squirrel AI Learning, es una plataforma creada en 2014, en donde China, con apoyo de la inteligencia artificial ha “desarrollado un sistema de tutoría que utiliza algoritmos avanzados y técnicas de aprendizaje automático para adaptar el contenido educativo a las necesidades individuales y al perfil que cada estudiante va construyendo en el proceso educativo” (OVERFLOW, 2024).

Su objetivo principal es funcionar como un cerebro humano, tiene gran capacidad de procesamiento y algoritmos de vanguardia. Tiene una amplia red principalmente en zonas alejadas y con poco acceso a

educación, lo que promueve que, a pesar de sus necesidades, los estudiantes tengan acceso a los mejores tutores virtuales a través de dicha plataforma (SQUIRRELAI, 2024).

Esta plataforma está constantemente explorando nuevos campos de aplicación, con primordial interés en la formación profesional y educación para adultos, motivando a que más usuarios se interesen en aprender, impactando positivamente a la sociedad, en la Tabla 3 se presentan algunas de sus ventajas y desventajas:

Tabla 3. Ventajas y Desventajas.

Ventajas	Desventajas
Tecnología de punta	Limitado mayormente para uso en STEM
Versatilidad	Poco Aceptación de uso por parte del profesorado.
Adaptación	Problemas de adaptación inicial
Multimodal	
Optimización	

En general este tipo de plataformas tienen versiones gratuitas y de pago, debe considerarse que las de paga son más completas y actualizadas con más periodicidad para mejora la experiencia del usuario, y en otras son especializadas bajo los criterios y programaciones que solicita la institución educativa para su uso presencial o en la virtualidad.

Los resultados muestran que los tutores virtuales basados en IA ofrecen un apoyo significativo en la personalización del aprendizaje, permiten conocer características comunes y también como potenciar sus usos y aplicaciones en el entorno académico, algunos de sus principales factores de uso se mencionan en la Tabla 4.

Tabla 4. Principales factores identificados en el uso de IA.

Factores uso de la IA
Útil en variedad de disciplinas
Dinámico
Interacción directa docente y alumno
Versatilidad
Impacto en STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas)
Accesibilidad
Adaptabilidad

En la actividad de diseñar estas plataformas a medida de los estudiantes es importante considerar el conocimiento y dominio de la asignatura, además si alguno de ellos posea algún tipo de discapacidad que limite su uso por algún tipo de diseño no apto, otro factor es el propósito de la creación del tutor virtual y los objetivos a conseguir y finalmente la confianza que sienta el estudiante en el uso de la tecnología, pues la interacción con el alumno es primordial para el éxito de la tutoría virtual a través de la IA.

Los autores analizados convergen en opiniones positivas sobre el uso de las IA en el ámbito educativo, pero también son válidas sus observaciones con respecto a factores negativos que pueden ser mitigados con planes de acción y con la inclusión de políticas de nivel gubernamental para su correcto uso y aplicación. Millán-Gómez & Mujica-Sequera (2023) enuncian que es básico aprender sobre las IA y comprender su potencial sobre la mejora en la calidad de vida, porque, a pesar del enorme apoyo al proceso de enseñanza de las IA, el factor humano es esencial para el desarrollo de la adaptación, de las habilidades críticas y la resiliencia para situaciones especiales o imprevistas en el aula o fuera de ella, incluso la brecha tecnológica y las normativas alrededor de ella pueden ser limitantes para su uso, haciendo que sus capacidades no se exploten al 100%.

CONCLUSIÓN

La IA, en su rol de tutor virtual y herramienta de apoyo docente, ofrece una oportunidad para generación de recursos educativos de gran valor para el estudiantado, sin embargo, aún deben hacerse definiciones normativas y éticas para su aprovechamiento eficiente brindando los resultados deseados en el proceso. El uso de ChatGPT, Watson Tutor y Squirrel se han potenciado como los principales tutores de aprendizaje, debido a sus capacidades de adaptabilidad, versatilidad y personalización, haciendo que las interacciones sean de máximo potencial educativo.

En Ecuador se debe seguir avanzando en su implementación, existen grandes desafíos a nivel tecnológico y de accesos que deben superarse para una aplicación integral en todos los ámbitos educativos. Las políticas deben generarse para que se creen las infraestructuras adecuadas que den soporte al desarrollo de las plataformas y que las mismas se adapten a las necesidades de los estudiantes para la mejora de la administración de su proceso educativo. Un desarrollo integral de un gobierno digital, que

fortalezca la educación pública y privada, la infraestructura y los datos es la clave para que las IA sean aplicadas de forma eficiente y segura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afzal, S., Dempsey, B., D'Helon, C., Mukhi, N., Pribic, M., Sickler, A., & Wilde, L. (2019). The personality of AI systems in education: experiences with the Watson tutor, a one-on-one virtual tutoring system. . *Childhood Education*, 95(1), 44-52.
- Artiles, J., Guerra, M., Aguiar, M. V., & Rodriguez, J. (2021). Agente conversacional virtual: la inteligencia artificial para el aprendizaje autónomo. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 62, 107-144. doi:10.12795/pixelbit.86171
- Discovery Channel. (10 de Octubre de 2024). *Inteligencia Artificial IBM, Discovery Latinoamérica*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=5rvZBsueMoc>
- Essel, H., Vlachopoulos, D., Tachie-Menson, A., & Johnson, E. &. (2022). The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). doi:10.1186/s41239-022-00362-6
- García, J., Alor, I., & Cisneros del Toro, Y. (2023). Percepción de los tutores virtuales sobre el impacto de la inteligencia artificial en la educación universitaria. *Company Games & Business Simulation Academic Journal*, 3(1), 49-58. Obtenido de www.businesssimulationjournal.com
- García, J., Sakibaru, L., Ortega, Y., García, B., Guevara, Y., & Vargas, C. (2023). *Inteligencia artificial en la praxis docente: vínculo entre la tecnología y el proceso de aprendizaje*. Lima: Mar Caribe.
- Martinez, Y. (2019). La inteligencia artificial en el transformación de procesos universitarios. *Revista en Tecnología e Innovación en Educación Superior*(2), 1-10. doi:10.22201/dgtic.26832968e.2019.2.1
- Millán-Gómez, M., & Mujica-Sequera, R. (2023). Contraste de Políticas Públicas en el Contexto Tecnoeducativo. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(2), 50-60. doi:10.37843/rted.v16i2.376
- Morillo Rueda, J. Y., Castillo Pérez, M. M., Aguilar Cazares, M. A., Cazco

- Chavez, G. E., & Peñaherrera Andrade, R. S. (2024). La Inteligencia Artificial como Herramienta para Generar Recursos Educativos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4). doi:10.37811/cl_rcm.v8i4.13190
- Neumann, A. T., De Lange, P., & Klamma, R. (2019). Collaborative Creation and Training of Social Bots in Learning Communities. *In 2019 IEEE 5th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC)*, 11-19. doi:10.1109/cic48465.2019.00011
- Obregón, L., Onofre, C., & Pareja, E. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. *FIPCAEC*, 8(3), 342-354. doi:10.23857/fipcaec.v8i3
- OVERFLOW. (1 de Octubre de 2024). <https://overflow.pe/squirrel-ai-el-modelo-del-mejor-profesor/>. Obtenido de <https://overflow.pe/squirrel-ai-el-modelo-del-mejor-profesor/>
- Peñaherrera Acurio, W. P., Cunuhay Cuchipe, W. C., Nata Castro, D. J., & Moreira Zamora, L. E. (2022). Implementación de la Inteligencia Artificial (IA) como Recurso Educativo. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 6(2), 402-413. doi:10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.402-413
- Rajeshwari, M., & Krishna Prasad, K. (2020). Métodos de educación cognitiva industrial de IBM Watson. *Revista internacional de estudios de casos en negocios, TI y educación*, 4(1), 38-50. doi:10.47992/IJCSBE.2581.6942.0066
- Ruiz, E. (2023). La revolución de la inteligencia artificial en la educación: una reseña de ChatGPT. *REVISTA DE ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN EN PSICOLOGÍA Y EDUCACIÓN*, 10(1), 156-160. doi:10.17979/reipe.2023.10.1.9594
- SQUIRRELAI. (10 de Octubre de 2024). *Squirrel AI*. Obtenido de <https://squirrelai.com/>
- Sumikawa, Y. F. (2020). Supporting creation of FAQ dataset for E-learning chatbot. *In Intelligent Decision Technologies 2019*, 3-13. doi:10.1007/978-981-13-8311-3_1
- Wantubi. (2 de Octubre de 2024). *Inteligencia Artificial, Ingeniería de Sistemas*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=vNZ5Gfr4SkI>

CAPÍTULO XXVI

APLICACIÓN ANALÍTICA DE DATOS EN LA INDUSTRIA AVÍCOLA

Analytical application of data in the Poultry Industry

BRYAN ALEXIS HERNÁNDEZ BASILIO¹

RESUMEN

El análisis de la producción y demanda de carne de pollo y huevo a nivel mundial ha sido realizado utilizando métodos avanzados como la regresión lineal y el ajuste polinomial implementados en Python. Estos métodos han demostrado ser altamente efectivos para predecir tendencias futuras en la industria avícola global, mostrando un crecimiento sólido y predecible. La utilización de librerías especializadas como numpy, pandas y matplotlib ha permitido desarrollar un modelo robusto y preciso, esencial para la planificación y toma de decisiones en el sector. En el caso de México, la estrategia se centró en una representación gráfica de los estados con mayor producción de carne de pollo y huevo. Esta visualización ha sido fundamental para destacar las áreas con mayor producción y facilitar la comprensión de los datos regionales. La gráfica permite identificar rápidamente las zonas más productivas, lo cual es crucial para los productores y autoridades en la toma de decisiones estratégicas. Las conclusiones del estudio destacan la necesidad de disponer de más datos abiertos a nivel nacional en México. La falta de estos datos limita la capacidad de realizar análisis más detallados y exhaustivos. Sin embargo, los resultados actuales son muy positivos,

¹ Profesionista, Ing. En Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes, País: México. Email: 19060007@losreyes.tecnm.mx, Email: hernandezbasiliobryanalexis@gmail.com

proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y decisiones en la industria avícola. Es esencial que se realicen esfuerzos para recopilar y publicar más datos abiertos, lo que mejoraría significativamente la precisión y exhaustividad de futuros estudios en el país.

Palabras clave: Producción avícola, regresión lineal, análisis de datos, datos abiertos, visualización.

ABSTRACT

The analysis of world chicken meat and egg production and demand has been carried out using advanced methods such as linear regression and polynomial fitting implemented in Python. These methods have proven to be highly effective in predicting future trends in the global poultry industry, showing solid and predictable growth. The use of specialized libraries like numpy, pandas, and matplotlib has allowed the development of a robust and precise model, which is essential for planning and decision-making in the sector. In the case of Mexico, the strategy focused on a graphical representation of the states with the highest chicken and egg production. This visualization has been fundamental in highlighting the areas with the highest production and facilitating the understanding of regional data. The graph allows for quick identification of the most productive zones, which is crucial for producers and authorities in making strategic decisions. The study's conclusions highlight the need for more open data at the national level in Mexico. The lack of these data limits the ability to conduct more detailed and exhaustive analyses. However, the current results are very positive, providing a solid foundation for future research and decisions in the poultry industry. Efforts must be made to collect and publish more open data, significantly improving the accuracy and comprehensiveness of future studies in the country.

Keywords: Poultry production, linear regression, data analysis, open data, visualization.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola es una de las más importantes a nivel mundial, tanto por su contribución a la seguridad alimentaria como por su impacto económico. En 2023, el Día Mundial del Huevo se celebrará el 13 de octubre, un evento que destaca la relevancia de este producto en la dieta humana y su papel en la economía global. Este evento, promovido por el Consejo Internacional del Huevo y celebrado en más de 40 países, refleja la creciente demanda y consumo de productos avícolas, particularmente huevos y carne de pollo, en diversas regiones del mundo.

A nivel mundial, la producción y el consumo de productos avícolas han experimentado un crecimiento sostenido. Países como China, India, Estados Unidos y Brasil lideran la producción de carne de pollo y huevos, abasteciendo tanto sus mercados internos como internacionales. La globalización y los avances tecnológicos en la producción avícola han permitido una mayor eficiencia y calidad en estos productos, respondiendo a la demanda creciente de una población mundial en constante aumento.

En México, la industria avícola es igualmente significativa, posicionando al país como uno de los mayores productores y consumidores de huevos a nivel mundial. México ocupa un lugar en producción global de huevo, solo por detrás de China, India y Estados Unidos, y es el mayor consumidor per cápita de huevos en el mundo, con más de 23 kilos por persona al año. La carne de pollo también juega un papel crucial en la alimentación de los mexicanos, siendo una fuente accesible y nutritiva de proteína animal. La producción avícola en México se concentra en varias regiones, en Jalisco, Puebla, Sonora, Yucatán y otras zonas. La industria avícola mexicana no solo satisface la demanda interna, sino que también genera alrededor de 490 mil empleos directos e indirectos, principalmente en áreas rurales y marginadas, contribuyendo al desarrollo económico y social del país.

El estado de Sonora, en particular, destaca en la producción avícola nacional. Con una contribución aproximada del 7,9% a la producción nacional de huevo, Sonora se posiciona como una región clave para esta industria en México. La producción avícola en Sonora no solo abastece el mercado interno del estado, sino que también contribuye significativamente al abastecimiento nacional. La región cuenta con condiciones favorables para la producción avícola, como un clima adecuado y una infraestructura desarrollada, que han permitido el crecimiento sostenido de esta industria.

El producto principal de la industria avícola, la carne de pollo y el huevo, se ha convertido en un elemento esencial de la canasta básica alimentaria en muchas regiones del mundo. Estos productos son valorados no solo por su accesibilidad y costo, sino también por su alto contenido nutricional. El huevo es considerado un superalimento debido a su alta concentración de proteínas, vitaminas y minerales esenciales. La carne de pollo, por su parte, es una fuente de proteína magra y de alta calidad, baja en grasas saturadas, lo que la convierte en una opción saludable y preferida por muchas personas.

La cadena de valor de la industria avícola incluye varios eslabones cruciales, desde la producción de alimentos para aves, la cría y el manejo de las mismas, hasta el procesamiento, distribución y comercialización de los productos finales. Cada uno de estos eslabones desempeña un papel fundamental en garantizar la calidad, seguridad y eficiencia del producto que llega al consumidor final. La producción de alimentos para aves es el primer eslabón de la cadena, donde se asegura una nutrición adecuada para las aves, lo que a su vez afecta su salud y productividad. La cría y manejo de las aves es el siguiente eslabón, que incluye la implementación de buenas prácticas de bienestar animal y bioseguridad. El procesamiento y distribución son eslabones críticos que aseguran que los productos avícolas lleguen frescos y seguros al mercado. Finalmente, la comercialización es el eslabón que conecta a los productores con los consumidores, determinando la disponibilidad y accesibilidad de los productos avícolas en los diferentes mercados.

Probablemente, la aplicación de analítica de datos en la industria avícola puede mejorar significativamente cada uno de estos eslabones de la cadena de valor. La analítica de datos permite recopilar, procesar y analizar grandes volúmenes de información, lo que puede ayudar a optimizar la producción y la eficiencia operativa. En el eslabón de la producción de alimentos para aves, por ejemplo, el análisis de datos puede identificar las mejores fórmulas de alimentación que maximicen la salud y el crecimiento de las aves.

En la cría y manejo, la analítica puede monitorear la salud de las aves en tiempo real, predecir brotes de enfermedades y mejorar las prácticas de bienestar animal. Durante el procesamiento y distribución, el análisis de datos puede optimizar las rutas de distribución y reducir los tiempos de entrega, asegurando que los productos lleguen frescos al mercado. En la comercialización, la analítica puede identificar patrones de consumo y tendencias del mercado, permitiendo a los productores ajustar su oferta a la demanda del consumidor.

La necesidad de aplicar analítica de datos en la industria avícola es

evidente, ya que puede conducir a mejoras significativas en la eficiencia, calidad y sostenibilidad de la producción de carne de pollo y huevo. Esto no solo beneficiará a los productores y consumidores, sino que también contribuirá al desarrollo económico y social de regiones productoras como Sonora y México en general.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio siguió un enfoque cuantitativo, con un diseño de investigación descriptivo y correlacional que buscó analizar la producción y demanda de carne de pollo y huevo a nivel mundial y nacional (México). Para llevar a cabo este análisis, se utilizaron diversas fuentes de datos tanto primarias como secundarias, obtenidas de bases de datos científicas y repositorios de acceso abierto, priorizando aquellos estudios disponibles en Google Scholar y Redalyc. La búsqueda de información se realizó mediante palabras clave como “pollo”, “huevo”, “análisis” y “datos”, utilizando comillas para obtener resultados precisos.

La población objetivo incluyó datos de producción de carne de pollo y huevo recopilados a nivel global, así como datos específicos de México. No se trabajó con individuos humanos directamente, sino con datos provenientes de fuentes como la FAO y el INEGI. La muestra estuvo constituida por datos históricos disponibles en los últimos diez años, lo que permitió analizar tendencias y realizar predicciones sobre la producción avícola.

El estudio se apoyó en el uso de herramientas tecnológicas y analíticas avanzadas para la recolección, procesamiento y análisis de datos. Se utilizaron lenguajes de programación como Python, junto con librerías especializadas como numpy, pandas, matplotlib, y scikit-learn para desarrollar modelos de regresión lineal y ajuste polinomial. Estos modelos fueron fundamentales para predecir tendencias y optimizar la cadena de suministro en la industria avícola.

Tabla 1. Análisis de estudio documental.

Principales estudios	Aplicaciones específicas de analítica de datos	Enfoques metodológicos	Herramientas de analítica de datos utilizadas	Técnicas de analítica de datos aplicadas	Tipo de analítica	Origen de datos
1. Consumo de Huevos y Riesgo Cardiovascular (Fuertes, 2016)	Predicción de Riesgos para la Salud: El documento utiliza la analítica de datos para evaluar la relación entre el consumo de huevos y el riesgo cardiovascular, analizando datos epidemiológicos y estudios clínicos para predecir el impacto del consumo de huevos en la salud.	Estudios de Caso y Meta-Análisis: El enfoque principal es el uso de estudios de caso y metaanálisis para evaluar múltiples estudios sobre el consumo de huevos y su impacto en la salud cardiovascular, permitiendo una comparación y consolidación de datos a gran escala.	Estadísticas Médicas y Epidemiológicas: Utiliza herramientas de análisis estadístico y epidemiológico como SPSS y R para analizar datos de salud y evaluar el impacto del consumo de huevos en la salud cardiovascular.	Análisis de Regresión y Series Temporales: Se aplican técnicas de regresión y análisis de series temporales para entender la relación entre el consumo de huevos y los índices de enfermedades cardiovasculares a lo largo del tiempo.	Analítica Diagnóstica y Predictiva: El estudio se enfoca en la analítica diagnóstica para evaluar el estado actual de la salud cardiovascular en relación con el consumo de huevos, y en la analítica predictiva para proyectar posibles riesgos a futuro.	Datos internos de encuestas y estudios clínicos: Se utilizaron datos provenientes de estudios clínicos previos realizados por diversas instituciones, como la Escuela de Salud Pública de Harvard y otros grupos de investigación internacionales, que analizaron el consumo de huevos y su relación con enfermedades cardiovasculares en distintas poblaciones. Estos estudios involucraron encuestas detalladas sobre hábitos alimenticios y análisis clínicos de los participantes.
2. Dinámica y Especialización Regional de la Producción de Carne de Pollo (Rebollar-Rebollar, 2019)	Optimización de la Producción y Comercialización: Se enfoca en la optimización de la cadena de suministro y la producción mediante el análisis de tendencias regionales y nacionales en la producción de carne de pollo, utilizando modelos predictivos para maximizar la eficiencia y rentabilidad en la producción.	Análisis Comparativo y Modelos Predictivos: Utiliza un enfoque de análisis comparativo entre diferentes regiones para identificar patrones en la producción y consumo de carne de pollo, además de aplicar modelos predictivos para anticipar cambios en la demanda y la oferta.	Bases de Datos y Análisis Geoespacial: Utiliza herramientas como SQL para manejar grandes volúmenes de datos de producción y consumo, y GIS para el análisis geoespacial de la distribución de la producción de carne de pollo.	Modelado de Optimización y Clustering: Aplica técnicas de modelado de optimización para mejorar la eficiencia en la producción y clustering para identificar patrones en la distribución y consumo de carne de pollo en diferentes regiones.	Analítica Descriptiva y Prescriptiva: Utiliza la analítica descriptiva para mapear y entender la distribución de la producción de carne de pollo, y la analítica prescriptiva para recomendar estrategias de optimización de la cadena de suministro y comercialización.	Datos abiertos y registros estadísticos: Este documento se basa en datos generados por instituciones gubernamentales y organismos internacionales como la FAO y el INEGI. Los datos incluyen estadísticas de producción, consumo y exportación de carne en distintas regiones, recopilados mediante censos y registros oficiales.

3. <i>Evaluación de la Calidad del Huevo Marrón</i> (Vera-Rodríguez JH, 2020)	Mejora de la Calidad del Producto: La analítica de datos se aplica para evaluar y mejorar la calidad del huevo marrón, analizando parámetros como la frescura, el contenido nutricional y las condiciones de	Estudios Experimentales y Análisis de Calidad: Emplea estudios experimentales para analizar la calidad del huevo marrón bajo diferentes condiciones, utilizando técnicas de almacenamiento para asegurar la sostenibilidad y la eficiencia en la producción.	Análisis de Calidad con Excel y R: Utiliza Excel para la recopilación de datos y R para realizar análisis estadísticos avanzados que permiten evaluar la calidad de los huevos marrones bajo diferentes condiciones de análisis de calidad y estudios de comparación para asegurar altos estándares en la producción.	Análisis de Series Temporales y Comparativos: Utiliza análisis de series temporales para monitorear la frescura y calidad del huevo a lo largo del tiempo, y análisis comparativos para evaluar almacenamiento y producción.	Análítica Descriptiva y Predictiva: Emplea analítica descriptiva para evaluar la calidad actual de los huevos y predictiva para anticipar cómo diferentes métodos de almacenamiento afectarán la calidad a lo largo del tiempo.	Datos internos de mediciones de calidad y encuestas: Se emplearon datos obtenidos de pruebas de calidad realizadas en diferentes lotes de huevos marrones, que fueron recolectados de granjas seleccionadas. Además, se realizaron encuestas a consumidores para evaluar la percepción de la calidad del producto
4. <i>Modelo econométrico de demanda de carne de pollo en la Ciudad de México, 1996-2016.</i> (Rubí, Rebolgar, Rebolgar, & Hernández, 2018)	Predicción de demanda: Uso de modelos de regresión para predecir la demanda de carne de pollo en CDMX. Evaluación de impacto de políticas: Análisis de cómo las variables económicas afectan la demanda de carne de pollo	Modelos predictivos: Uso de regresión lineal múltiple para estimar la demanda. Estudios de caso: Análisis de la CDMX como estudio de caso específico.	Excel y PSPP: Se utilizaron estas herramientas para el análisis estadístico de datos y regresiones.	Análisis de regresión: Para evaluar la influencia de variables económicas en la demanda.	Predictiva y Descriptiva: Proyecciones sobre el comportamiento futuro de la demanda de carne de pollo y se revisó el análisis del comportamiento histórico de la demanda.	Datos abiertos y fuentes oficiales: Se basa en datos generados por instituciones gubernamentales como el INEGI y SIAP.
5. <i>Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en Traspatio Michoacán, México.</i> (Juárez, Gutiérrez, Segura, & Santos, 2009)	Evaluación de impacto de políticas y optimización de la cadena de suministro: Evaluación de programas de desarrollo avícola y su impacto en la producción local y se planteó la mejora de procesos de distribución avícola.	Estudios de caso y Análisis comparativo: Evaluación de programas locales en Michoacán y se realizó la comparación entre diferentes municipios y regiones.	Excel y otros programas locales: Se usó en el proyecto para revisar el análisis de datos y generación de informes.	Análisis comparativo y de tendencias: Evaluación de cambios en la producción y consumo a lo largo del tiempo.	Descriptiva y Diagnóstica: Evaluación de datos históricos y actuales de producción y consumo e identificación de problemas en la cadena de suministro y producción.	Datos locales y abiertos: Información obtenida de estudios y reportes locales y nacionales.

6. Hábitos, preferencias y habilidades culinarias de estudiantes de primer curso de la universidad de Huelva. (López, Sosa, Garrido, Travé, & García, 2018)	Análisis de preferencias alimentarias y mejora de productividad: Evaluación de hábitos alimentarios y su impacto en la demanda de productos avícolas e identificación de factores que afectan la preferencia y consumo de carne de pollo.	Análisis descriptivo y estudios de caso: Uso de encuestas y cuestionarios para evaluar hábitos alimentarios y se realizó la evaluación de estudiantes universitarios como grupo focal.	PSP: Se utilizó para el análisis de datos y generación de estadísticas descriptivas y relacionales.	Análisis descriptivo y Chi-cuadrado: Para evaluar la relación entre hábitos alimentarios y preferencias de consumo.	Descriptiva y Diagnóstica: Evaluación de hábitos alimentarios actuales e identificación de factores que influyen en la mala alimentación y preferencia de carne.	Datos de encuestas: Información recopilada a través de cuestionarios ad hoc y pruebas piloto.

Nota: En esta tabla se muestra una comparación de varios artículos científicos investigados.

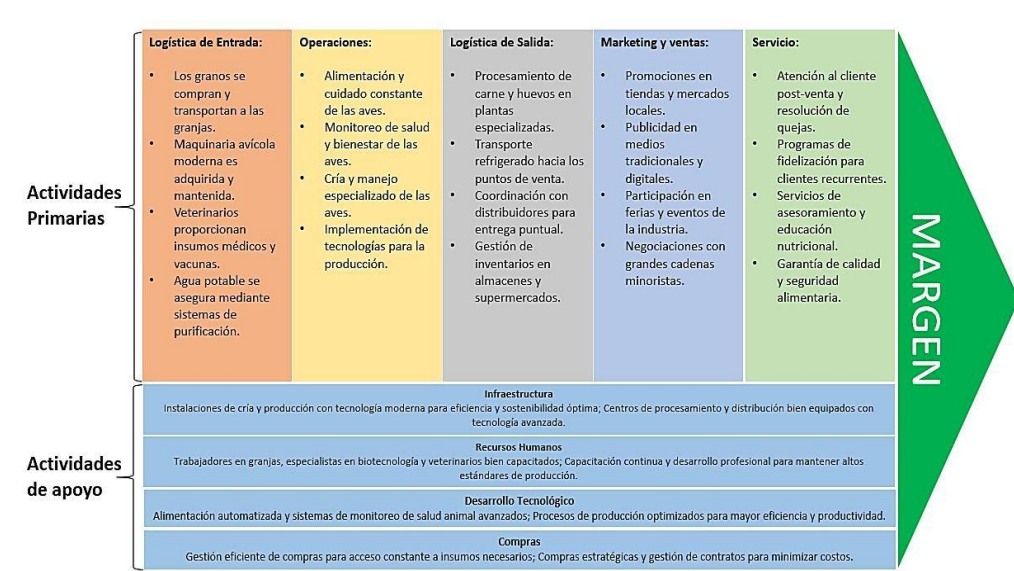
La metodología empleada incluyó:

- **Recopilación de datos:** Se accedió a bases de datos científicas utilizando términos de búsqueda específicos para obtener artículos que exploraran la relación entre la producción avícola y la demanda del mercado.
- **Análisis de datos:** Se aplicaron técnicas de análisis descriptivo y comparativo para identificar tendencias de consumo y producción, tanto a nivel mundial como regional (México). Para el análisis estadístico, se emplearon herramientas como SPSS y Excel, así como métodos de análisis de regresión y modelos predictivos.

- **Visualización de datos:** Se desarrollaron gráficos y diagramas que permitieron identificar los estados con mayor producción en México, utilizando Power BI para facilitar la comprensión visual de los datos.

Los datos recolectados fueron validados mediante un proceso de limpieza y normalización antes de ser analizados. Se utilizó regresión lineal múltiple y análisis de series temporales para prever la evolución de la producción avícola y su impacto en el mercado. Además, se emplearon modelos de clustering para segmentar datos geoespaciales y optimizar la logística de distribución.

Figura 1. Cadena de Valor del Carne de Pollo y Huevo.



Nota: En ésta figura se muestran los pasos de la cadena de valor en su ejecución diaria.

En el análisis de la cadena de valor de la carne de pollo y huevo, se desglosaron las siguientes etapas:

1. **Logística de Entrada:** Incluye la adquisición de insumos esenciales como granos, maquinaria, y suministros médicos para asegurar la salud de las aves.
2. **Operaciones:** Centrado en el cuidado de las aves, control de su salud y crecimiento, y optimización de la producción mediante el uso

de tecnologías avanzadas.

3. **Logística de Salida:** Gestiona el transporte y distribución eficiente de los productos, asegurando condiciones óptimas durante su traslado al mercado.
4. **Marketing y Ventas:** Estrategias para promocionar productos avícolas, incluyendo campañas publicitarias y negociaciones con distribuidores.

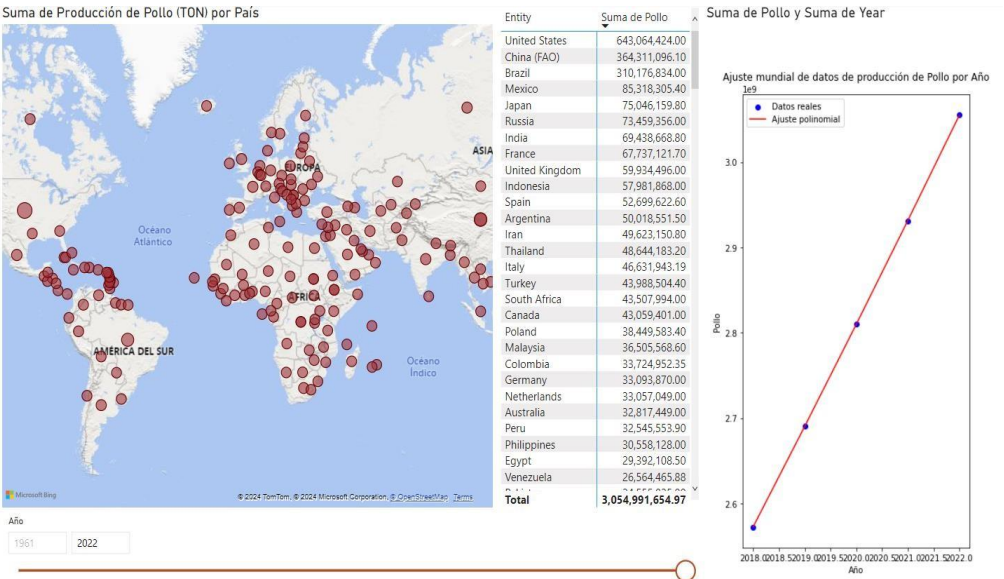
5. **Servicio Post-Venta:** Enfocado en la atención al cliente y programas de fidelización para garantizar la satisfacción del consumidor.
6. **Infraestructura y Recursos Humanos:** Apoyo en tecnología, capacitación continua del personal y modernización de instalaciones para mejorar la eficiencia operativa.

El estudio subraya la importancia de la analítica de datos para optimizar todas las fases de la cadena de valor, desde la producción hasta el servicio al cliente. Se evidenció que la utilización de análisis geoespacial, modelos predictivos, y técnicas de clustering mejora la eficiencia en la distribución y comercialización de productos avícolas, especialmente en un mercado competitivo como el mexicano. Además, se concluyó que la disponibilidad de datos abiertos en México es un factor crítico para realizar análisis más exhaustivos y precisos, recomendando esfuerzos continuos para mejorar el acceso a estos datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis que se realizó, se muestra que la producción y demanda de pollo a nivel mundial están en un excelente camino. Utilizando el método de regresión lineal, se ha podido identificar tendencias claras en los datos históricos que permiten hacer predicciones precisas para los años futuros. El ajuste polinomial ha sido una herramienta crucial en este proceso, ya que mejora la precisión de las predicciones al considerar variaciones más complejas en los datos. Este método se ha implementado en Python, utilizando librerías especializadas como numpy para cálculos numéricos, pandas para manipulación y análisis de datos, y matplotlib para la visualización de los resultados. La aplicación de estas técnicas ha permitido desarrollar un modelo robusto que puede proyectar la producción y demanda de la carne de pollo y de huevo a nivel mundial de manera confiable, lo cual es fundamental para la planificación y toma de decisiones en la industria avícola global.

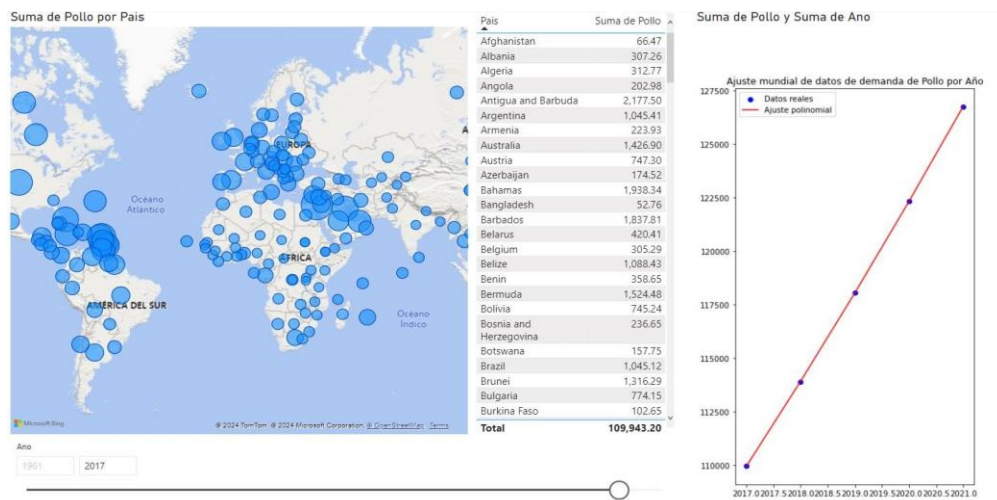
Figura 2. Análisis de la Producción de Huevo y Carne de Pollo a nivel mundial.



Nota: Aquí se muestran los resultados predictivos sobre la producción de la Carne de Pollo y Huevo a nivel mundial.

Figura 3. Análisis de la Demanda de Huevo y Carne de Pollo a nivel mundial.

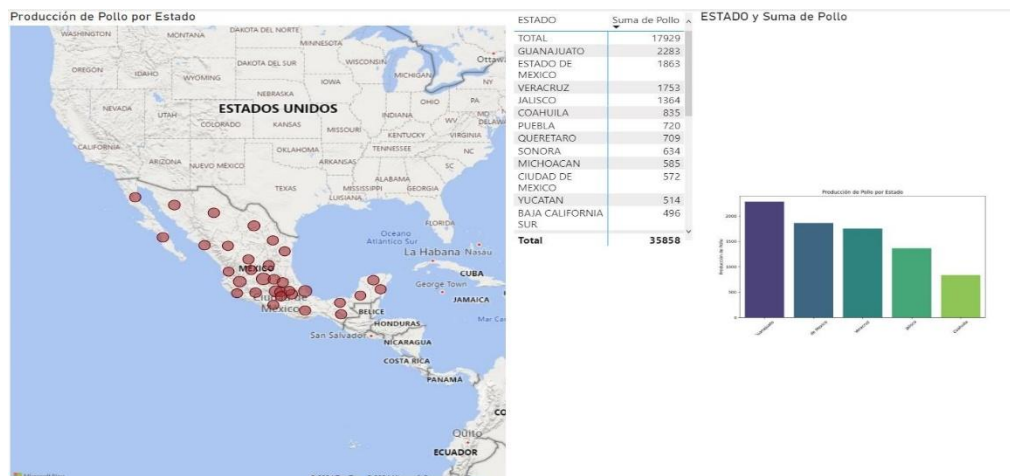
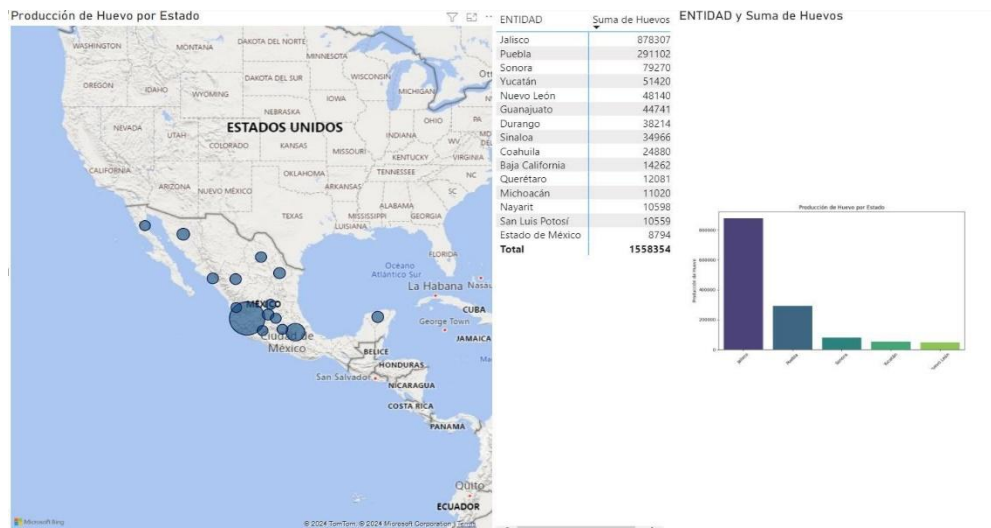




Nota: Aquí se muestran los resultados predictivos sobre la demanda de la Carne de Pollo y Huevo a nivel mundial.

En el caso de México, en lugar de utilizar el método de regresión lineal, se ha optado por una representación gráfica que muestra los estados mexicanos con mayor producción de carne de pollo y huevo. Esta decisión se debe a la variabilidad y especificidad de los datos regionales, que requieren un enfoque más visual para resaltar las diferencias entre los estados. La gráfica representativa facilita la comprensión de los datos, permitiendo identificar rápidamente las áreas con mayor producción. Los estados con mayor producción se destacan, proporcionando una visión clara de la distribución geográfica de la producción avícola en el país. Esta información es esencial para los productores, ya que les permite identificar oportunidades de crecimiento y optimización de recursos.

Figura 4. Análisis de la Producción de Huevo y Carne de Pollo a nivel nacional.



Nota: Aquí se muestran las visualizaciones gráficas sobre la producción de la Carne de Pollo y Huevo a nivel nacional.

CONCLUSIÓN

Tras un análisis exhaustivo de la producción y demanda de carne de pollo y huevo tanto a nivel global como nacional (México), se pueden extraer varias conclusiones clave. En el ámbito global, el uso de métodos estadísticos avanzados, como la regresión lineal y el ajuste polinomial implementados en Python, ha demostrado ser una herramienta sumamente eficaz para la predicción de tendencias futuras en la producción avícola. Gracias a la utilización de librerías especializadas

como numpy, pandas y matplotlib, se logró desarrollar un modelo robusto que puede ser empleado en la planificación estratégica y en la toma de decisiones para la industria avícola internacional.

Por otro lado, en el contexto mexicano, la representación gráfica de los datos ha sido esencial para identificar de manera clara las áreas con mayor producción de carne de pollo y huevo. Esta visualización no solo facilita la comprensión del panorama productivo a nivel regional, sino que también proporciona información valiosa para la asignación eficiente de recursos y la formulación de políticas de apoyo por parte de productores y autoridades.

Sin embargo, uno de los desafíos más relevantes identificados es la falta de disponibilidad de datos abiertos a nivel nacional en México. Esta carencia limita la capacidad de realizar análisis más profundos y detallados, afectando la precisión de las proyecciones y el alcance de las decisiones estratégicas. Es por ello que resulta imperativo que se fomenten iniciativas para la recopilación y publicación de datos abiertos, lo cual no solo fortalecería la investigación en el sector avícola, sino que también impulsaría la capacidad de respuesta y adaptación del mercado ante cambios y desafíos.

En resumen, los resultados obtenidos son alentadores y establecen una base sólida para la planificación futura en la industria avícola. No obstante, para mejorar la precisión y exhaustividad de futuros estudios, es esencial contar con un mayor acceso a datos abiertos en México. Esto permitiría una integración más profunda entre la teoría, la metodología y el análisis, elevando así el impacto y la relevancia de las investigaciones en este campo. Además, sería beneficioso realizar un análisis crítico sobre los marcos teóricos que sustentan la aplicación de las herramientas tecnológicas utilizadas, lo que contribuiría a una comprensión más holística y fundamentada de los fenómenos estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INPC*. (10 de Junio de 2024). Obtenido de INPC: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/920954/INPC_Mayo_2024.pdf
- aviNews*. (10 de Octubre de 2023). Obtenido de México el principal consumidor de huevo a nivel global: <https://avinews.com/mexico-el-principal-consumidor-de-huevo-a-nivel-global-celebra-dia-mundial-del-huevo-2023/>

aviNews. (22 de Septiembre de 2023). Obtenido de El consumo de carne de pollo continuará aumentando en México: <https://avinews.com/el-consumo-de-carne-de-pollo-continuara-aumentando-en-mexico/>

aviNews. (14 de Febrero de 2024). Obtenido de Panorama anual del mercado cárnico de México 2023: Comportamiento de la carne de pollo: <https://avinews.com/panorama-anual-del-mercado-carnico-de-mexico-2023-comportamiento-de-la-carne-de-pollo/#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20al%20finalizar%20el,registrar%20el%20mayor%20aumento%20absoluto.>

BM Editores. (12 de Enero de 2024). Obtenido de Producción mundial de carne de pollo y de huevo para plato: <https://bmeditores.mx/avicultura/produccion-mundial-de-carne-de-pollo-y-de-huevo-para-plato/>

Bolsa Mercantil. (2023). Obtenido de Análisis de producto Sector avícola: https://www.bolsamercantil.com.co/sites/default/files/2024-05/Informe_sector_avicola_final.pdf

Cuéllar Sáenz, J. A. (25 de Enero de 2022). *Veterinaria Digital*. Obtenido de Panorama de la producción de huevo y del pollo de engorde en México: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/panorama-de-la-produccion-de-huevo-y-del-pollo-de-engorde-en-mexico/>

Fuertes, A. (2016). *Redalyc*. Retrieved Junio 21, 2024 from Consumo de huevos y riesgo cardiovascular: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309246965010>

Juárez, A., Gutiérrez, E., Segura, J., & Santos, R. (27 de Julio de 2009). *Redalyc*. Recuperado el 21 de Junio de 2024, de Calidad de huevo de gallinas criollas criadas: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93913074011>

López, G., Sosa, E., Garrido, A., Travé, G., & García, F. (07 de Agosto de 2018). *Enfermería Global*. Recuperado el 21 de Junio de 2024, de Hábitos, preferencias y habilidades culinarias de estudiantes: <http://dx.doi.org/10.6018/eglobal.18.3.332791>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). Obtenido de Producción avícolas: <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/#:~:text=Los%20Estados%20Unidos%20de%20Am%C3%A9rica,de%20Ch> i

Rebollar-Rebollar, E. R.-R.-R.-M. (2019). *Redalyc*. Recuperado el 21 de

Junio de 2024, de Dinámica y especialización regional de la producción :
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67461252002>

Revista Fenavi. (2024). Obtenido de <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2024/04/revista-310.pdf>

Romero, F. (24 de Diciembre de 2023). *Bloomberg Línea*. Obtenido de Los países que más carne de pollo y pavo consumen en el mundo: <https://www.bloomberglinea.com/2023/12/24/los-paises-que-mas-carne-de-pollo-y-pavo-consumen-en-el-mundo/>

Rubí, Y., Rebollar, A., Rebollar, S., Rebollar, E., & Hernández, R. (2018). *Redalyc*. Recuperado el 21 de Junio de 2024, de Modelo Económico de demanda de carne de pollo: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14158242009>

The Observatory of Economic Complexity. (2024). Obtenido de Huevos: <https://oec.world/es/profile/hs/eggs?latestTrendsFlowSelector=flow0>

Unión Nacional de Avicultores. (2024). Obtenido de Este año, el comercio global de pollo se acercará a 14 mt.: <https://una.org.mx/este-ano-el-comercio-global-de-pollo-se-acercara-a-14-mt/#:~:text=Las%20cifras%20proyectadas%20por%20el,crecimiento%20considerable%20en%20s%20us%20env%C3%ADos>.

Unión Nacional de Avicultores. (2024). Obtenido de Situación de la Avicultura Mexicana: <https://una.org.mx/industria/#:~:text=La%20comercializaci%C3%B3n%20de%20huevo%20en,auto servicio%20y%20tiendas%20de%20conveniencia>.

Vera-Rodríguez JH, C. L.-A.-G. (14 de Agosto de 2020). *Redalyc*. Recuperado el 21 de Junio de 2024, de Evaluación de la calidad del huevo marrón: <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n1.2020.771>

Wyckoff, J. (02 de Noviembre de 2022). *El Sitio Avícola*. Obtenido de Carne de pollo: informe mundial anual: <https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/34168/carne-de-pollo-informe-mundial-anual/>

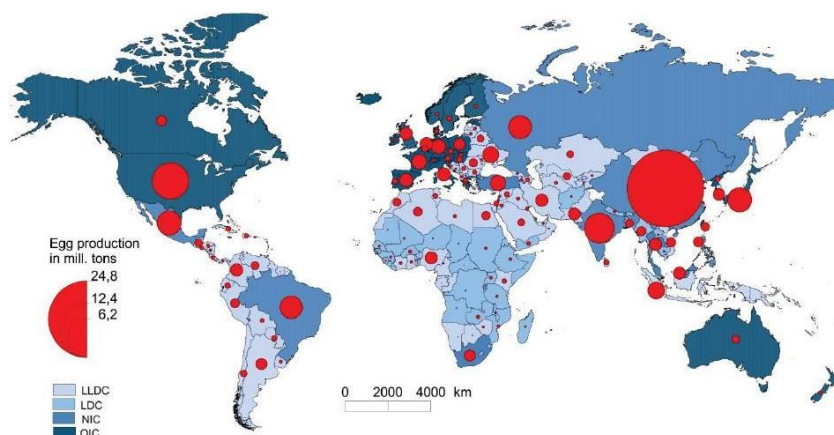
Producción, Comercio y Consumo Avícola de México para 2023 y 2024. (s. f.). El sitio Avícola. <https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/34470/produccion-comercio-y-consumo-avicola-de-maxico-para-2023-y-2024/>

Mertens, K. Marshall, L. & Channarayapatna, G. (2022, 10 octubre). Aumento de la rentabilidad en la cadena avícola a través de la gestión de datos. nutriNews, la Revista de Nutrición Animal. <https://nutrinews.com/evonik-la-produccion-avicola-actual-exige-conceptos-modernos-de-alimentacion/>

Los países en desarrollo ganan terreno en la producción mundial de huevos - Avicultura. Avicultura. <https://avicultura.com/los-paises-en-desarrollo-ganan-terreno-en-la-produccion-mundial-de-huevos/>

ANEXOS

Anexo 1. Proyección mundial de la producción mundial de huevos.



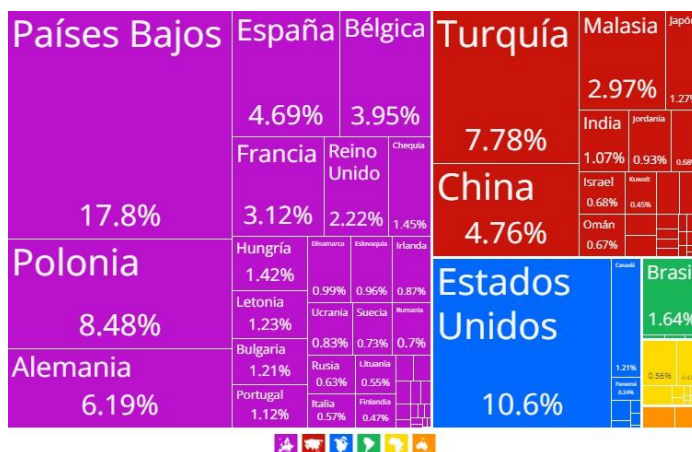
Nota: Aquí se muestra un mapamundi comparativo acerca de la producción mundial de huevos. Tomado de Los países en desarrollo ganan terreno en la producción mundial de huevos - Avicultura. Avicultura. <https://avicultura.com/los-paises-en-desarrollo-ganan-terreno-en-la-produccion-mundial-de-huevos/>

Anexo 2. Principales participantes claves en el ecosistema de la producción avícola.



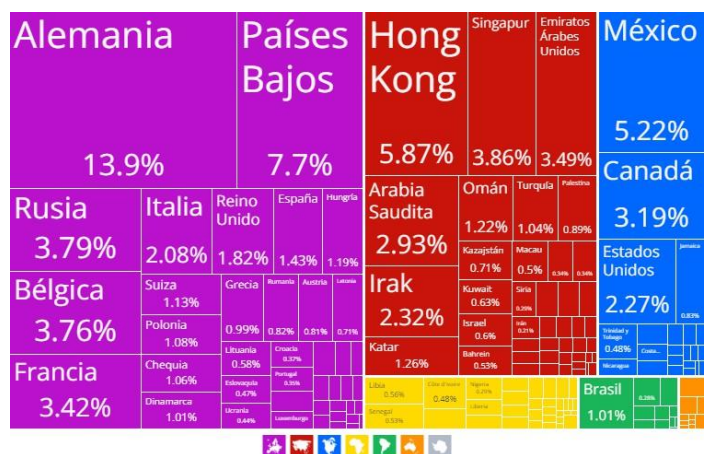
Nota: Aquí se muestra los elementos importantes para el funcionamiento de la Industria Avícola. Tomado de Mertens, K. Marshall, L. & Channarayapatna, G. (2022, 10 octubre). Aumento de la rentabilidad en la cadena avícola a través de la gestión de datos. nutriNews, la Revista de Nutrición Animal. <https://nutrinews.com/evonik-la-produccion-avicola-actual-exige-conceptos-modernos-de-alimentacion/>

Anexo 3. Principales exportadores de huevos en 2022



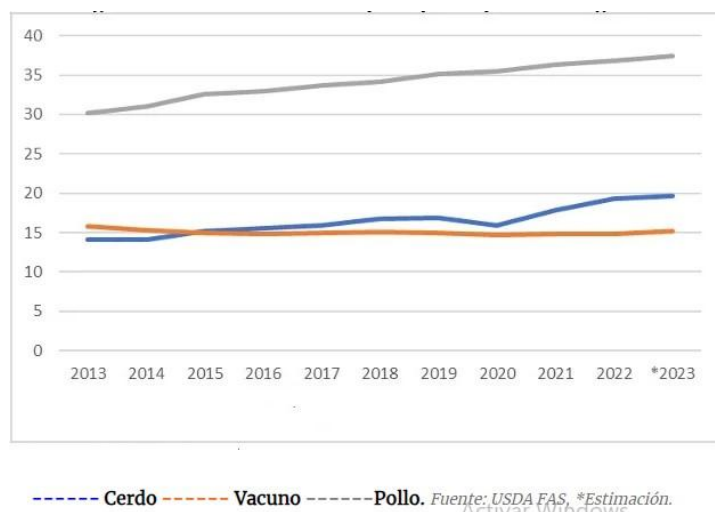
Nota: Aquí se muestra los principales exportadores de huevos en 2022. Tomado de The Observatory of Economic Complexity. (2024). Obtenido de Huevos: <https://oec.world/es/profile/hs/eggs?latestTrendsFlowSelector=flow0>

Anexo 4. Principales importadores de huevos en 2022



Nota: Aquí se muestra los principales importadores de huevos en 2022. Tomado de The Observatory of Economic Complexity. (2024). Obtenido de Huevos: <https://oec.world/es/profile/hs/eggs?latestTrendsFlowSelector=flow0>

Anexo 5. Consumo de carne en México por Kilogramos.



Nota: Aquí se muestra una gráfica estadística sobre el consumo de carne en México. Tomado de *Producción, Comercio y Consumo Avícola de México para 2023 y 2024*. (s. f.). Elsitio Avicola. <https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/34470/produccion-comercio-y-consumo-avicola-de-maxico-para-2023-y-2024/>

METODOLOGÍA DE CIBERSEGURIDAD PARA GANADERÍA 4.0: COLLAR DE MONITOREO DE SALUD PARA BOVINOS

**Cybersecurity Methodology for Livestock Farming 4.0: Health Monitoring Collar
for Bovines**

GRACE VITERI GUZMÁN¹
ALFREDO ARRESE VILCHE²
DIANA CHIQUITO PEÑARANDA³

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue desarrollar una metodología de ciberseguridad efectiva para un collar de monitoreo de salud para bovinos, utilizando tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) en el contexto de la ganadería 4.0. Se adoptó un enfoque cualitativo, basado en una revisión exhaustiva de la literatura y en un análisis de las principales metodologías de ciberseguridad aplicadas a dispositivos IoT, tanto en el hardware como en el software involucrados en estos sistemas. El estudio analizó los riesgos cibernéticos asociados, tales como el acceso físico no autorizado al dispositivo, fallos en los sensores, interferencias electromagnéticas, y vulnerabilidades en el software, incluyendo ataques

¹ Magister en Educación en Informática, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Ecuador. Email: gviteri@uteg.edu.ec. ORCID 0000- 0002-5645-2634

² Magister en Seguridad Informática Aplicada, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Ecuador, Email: aarrese@uteg.edu.ec. ORCID 0000-0003-0574-6023

³ Magister en Sistemas de Información Gerencial, Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Ecuador. Email: dchiquito@uteg.edu.ec. ORCID 0009-0000-9569-3011

de malware y falta de actualizaciones de seguridad. Para mitigar estos riesgos, se propusieron controles como la encriptación de datos, la detección de intrusiones y mecanismos de autenticación robusta. Además, se destacó la importancia de seguir estándares de seguridad reconocidos, como los proporcionados por NIST, OWASP e ISO 27001, que permiten garantizar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos. El estudio concluye que una correcta implementación de estas normativas asegura una mayor protección de los sistemas IoT en el sector ganadero, minimizando el impacto de posibles amenazas y fortaleciendo la seguridad de los datos recopilados sobre la salud y el bienestar de los bovinos.

Palabras clave: IoT en ganadería, Análisis de riesgos, NIST, ISO 27001, OWASP IoT.

ABSTRACT

The objective of this research was to develop an effective cybersecurity methodology for a bovine health monitoring collar using Internet of Things (IoT) technologies within the context of Livestock Farming 4.0. A qualitative approach was adopted, based on a comprehensive literature review and an analysis of key cybersecurity methodologies applied to IoT devices, both in hardware and software components of such systems. The study analyzed associated cybersecurity risks, including unauthorized physical access to the device, sensor failures, electromagnetic interference, and software vulnerabilities such as malware attacks and lack of security updates. To mitigate these risks, security controls were proposed, such as data encryption, intrusion detection, and robust authentication mechanisms. Furthermore, the importance of following recognized security standards, such as those provided by NIST, OWASP, and ISO 27001, was emphasized to ensure data integrity, confidentiality, and availability. The study concluded that proper implementation of these standards ensures enhanced protection of IoT systems in the livestock sector, minimizing the impact of potential threats and strengthening the security of data collected on bovine health and well-being.

Keywords: IoT in livestock, Risk analysis, NIST, ISO 27001, OWASP IoT.

INTRODUCCIÓN

Desde hace años, el avance de la tecnología ha crecido a pasos agigantados, haciendo que a diario se ofrezcan nuevos y diferentes tipos de servicios y productos que pueden utilizarse en línea o como se conoce hoy en internet. Uno de estos servicios con mayor auge y crecimiento es el surgimiento de Internet de la Cosas (IoT) que en la actualidad trae muchos beneficios en distintos campos de la industria. Estos beneficios conllevan a mejorar la calidad de vida de los humanos mediante la automatización de tareas, extracción de información e intercambio de datos, y así pueden tener a la mano información necesaria para tomar decisiones. Bajo esta premisa es pertinente mencionar al sector ganadero que desempeña un papel crucial en la industria, proporcionando a la comunidad alimentos esenciales como carne y leche. No obstante, este sector enfrenta retos significativos en cuanto a la salud y el bienestar animal. Los ganaderos en general, han sufrido pérdidas económicas por enfermedades no diagnosticadas a tiempo, problemas alimenticios y la pérdida o robo de su ganado.

Al utilizar esta tecnología (IoT) en este contexto como solución al problema que enfrenta este sector, no podemos dejar de lado la ciberseguridad e incorporar un modelo para un sistema de monitoreo en tiempo real de salud y bienestar en el ganado vacuno; para poder cumplir con este objetivo debemos analizar a profundidad las metodologías de ciberseguridad en los dispositivos IoT y en las plataformas Web que forman parte de esta solución. La ciberseguridad en plataformas web es fundamental para salvaguardar la integridad y confidencialidad de los datos sensibles que manejan, como información personal de usuarios y datos financieros. Además, asegura la disponibilidad continua del servicio, evitando interrupciones no planificadas debido a ataques cibernéticos y otras formas de interrupción del servicio. Como lo indican (Quirumbay, Castillo & Coronel, 2022) un ciberataque es un intento intencionado de vulnerar un sistema de información. Las amenazas más comunes incluyen malware, ransomware, ataques de denegación de servicio, phishing, inyección SQL, ataques de intermediario (MitM) y exploits de día cero en el ciberespacio.

Según (Jiménez-Almeira & López, 2023), indica que “la seguridad de la información se ha vuelto esencial para la protección de los datos, debido a la frecuencia en la que hoy por hoy se interactúa con dispositivos electrónicos, facilitando con esto la exposición de la información confidencial que puede causar daños irreparables”. Otro aporte sobre la importancia de aplicar medidas de seguridad lo dice en Codster (2021)

“las medidas de seguridad son cruciales para proteger datos sensibles, prevenir ataques cibernéticos, mantener la integridad de las aplicaciones y cumplir con las regulaciones normativas”. Ambos autores coinciden en que la seguridad es esencial para mitigar riesgos y proteger datos sensibles. Por lo tanto, la información (datos) es la parte más importante y la que necesitamos blindar con una metodología de ciberseguridad, sin dejar de lado aspectos importantes como al propietario de la información, la protección del dato y prevenir accesos no autorizados en las etapas de acceso, transmisión y recepción de la información al dispositivo y a la plataforma tecnológica.

El Internet de las cosas (IoT) ha revolucionado numerosos sectores, incluida la agricultura, donde se utilizan sistemas de monitoreo de salud en ganado vacuno basados en tecnología IoT. Sin embargo, esta conectividad masiva también ha traído consigo desafíos significativos en términos de seguridad. Alaba, Muhammad & Cheng (2017) señalan que la autenticación débil, el cifrado inadecuado y la falta de actualizaciones de seguridad son vulnerabilidades comunes en sistemas IoT. Esto incluye la implementación de controles de seguridad en sistemas IoT, la protección de las plataformas web utilizadas para el monitoreo agrícola y la capacitación del personal en prácticas seguras de ciberseguridad (Garcia-Morchon, 2017).

Por lo tanto, en esta investigación es pertinente abordar las siguientes interrogantes: ¿Cómo afectan las vulnerabilidades específicas del IoT en sistemas ganaderos a la seguridad de los datos recolectados por dispositivos como collares de monitoreo? ¿Cuáles son los riesgos cibernéticos más comunes en plataformas web utilizadas en el sector agrícola y cómo pueden mitigarse mediante la implementación de estándares de ciberseguridad?

Por consiguiente, el objetivo general de esta investigación es determinar una metodología de ciberseguridad efectiva para un collar de monitoreo de salud para bovinos, con el fin de garantizar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos recopilados, y la protección del dispositivo contra posibles amenazas cibernéticas. Entre los objetivos específicos se establecieron en primer lugar, identificar y analizar los riesgos potenciales de seguridad cibernética asociados con el collar de monitoreo de salud, considerando los aspectos del hardware y del software. Y posteriormente, determinar los controles de seguridad adecuados para mitigar los riesgos identificados, tales como encriptación de datos, detección de intrusiones y mecanismos de autenticación robustos.

Entre los temas que se abarcan para el diseño de una metodología de ciberseguridad son: vulnerabilidades y amenazas cibernéticas, las capas de seguridad para IoT, técnicas de seguridad y normativas basadas en ciberseguridad. Se expone esta revisión de la literatura con el fin de realizar un análisis de los posibles riesgos de ciberseguridad asociados al collar y a la plataforma y determinar los estándares de seguridad apropiados.

Vulnerabilidades y amenazas cibernéticas

Guamán et al. (2023) indican que “las vulnerabilidades cibernéticas se refieren a las debilidades o fallos en un sistema informático, red o software que pueden ser explotados para llevar a cabo actividades malintencionadas. (Sánchez-Sánchez et al., 2021) también coinciden diciendo que una vulnerabilidad se refiere a una debilidad o punto expuesto a ataques informáticos que compromete la seguridad de un sistema, permitiendo a un atacante afectar la integridad, disponibilidad o confidencialidad de la información. Y acota (Anaya Moreno, 2021) que los actores malintencionados, como hackers o ciberdelincuentes, pueden explotar estas vulnerabilidades para acceder a un sistema, modificar su operatividad, sustraer información o provocar daños de diversas formas.

Según lo expuesto, estas fallas pueden permitir accesos no autorizados, alterar datos, robar información o interrumpir el funcionamiento del sistema. Pueden surgir por errores de diseño, configuraciones incorrectas, o software desactualizado. Por lo tanto, es importante identificar y corregir estas vulnerabilidades para proteger los sistemas de posibles ataques.

En el mismo contexto, dice Carvajal (2022) que las amenazas cibernéticas abarcan intentos maliciosos o accesos no autorizados dirigidos a sistemas de información, con la intención de robar, modificar, eliminar o interrumpir datos. (Castro et al., 2018) señala que las amenazas pueden ser naturales, como desastres o fallas humanas, donde errores accidentales comprometen datos. También existen amenazas intencionales, como ataques deliberados de empleados descontentos, ex empleados con accesos activos, o agentes externos como cibercriminales y competidores desleales.

Los tipos de amenazas al cual los sistemas de información pueden estar expuestos son: el malware que daña o controla sistemas sin permiso, el phishing que engaña para robar información confidencial. Ataques DoS

y DDoS sobrecargan sistemas, el espionaje obtiene datos sensibles, y ataques de día cero y fuerza bruta explotan vulnerabilidades, indica Guamán et al. (2023).

Capas asociadas al Internet de la Cosas (IoT)

Cornejo-Velázquez et al. (2019), mencionan en la arquitectura de IoT a 3 capas: percepción, transporte o red y aplicación y mencionan a cada una de ellas:

“En la capa de percepción se diseñan e implementan plataformas IoT que recolectan datos del mundo real. En la capa de transporte se utilizan diferentes protocolos, redes y conexiones para permitir un enlace machine-to-machine (M2M) que habilita el transporte de los datos desde la capa de percepción a la capa de aplicación. Finalmente, en la capa de aplicación se diseña y despliega la interfaz con los usuarios finales para explotar las prestaciones y funcionalidades de los dispositivos IoT” (p.2).

En base a esta literatura se describen las capas de la arquitectura de IoT:

1. La capa de Percepción detecta, recopila y procesa información del entorno, enviándola a la capa de red para su procesamiento y análisis adicionales. En este caso, el collar de monitoreo implementa esta capa, donde el microcontrolador procesa las señales de los sensores y gestiona la comunicación. Los sensores son los encargados de interactuar directamente con el entorno físico, recolectando datos sobre movimiento, ubicación, temperatura y pulso cardíaco, que luego son procesados y transmitidos en las capas superiores.
2. La capa de Red es esencial en la arquitectura IoT, ya que permite el enrutamiento y la transmisión de datos entre dispositivos y la red. En esta capa, la tarjeta IoT conecta el collar a una red inalámbrica, utilizando protocolos de comunicación sobre Wifi (TCP/IP) para enviar los datos recolectados a la nube, donde se almacenan los datos provenientes de múltiples dispositivos y se ponen a disposición de otras aplicaciones.

3. La capa de aplicación en IoT utiliza la información recopilada por los dispositivos para ofrecer servicios al usuario. Las herramientas de desarrollo, librerías de IoT, WhatsApp y Google Maps, y DBMS se emplean para crear una aplicación que accede a los datos del collar y son mostrados al usuario para la toma de decisiones.

Técnicas para garantizar la seguridad del hardware y software

Para garantizar la seguridad del hardware y software de un dispositivo electrónico usado como collar, se pueden emplear diversas técnicas como lo describen García & Goussens (2024):

- Firewalls de última generación: Bloquean el tráfico no autorizado e inspeccionan el contenido para evitar malware y ataques dirigidos.
- Sistemas de prevención de intrusos (IPS): Monitorizan el tráfico de red en tiempo real, permitiendo identificar y mitigar amenazas de manera proactiva.
- Encriptación de datos: Garantiza la confidencialidad e integridad de la información sensible, tanto en reposo como en tránsito.
- Autenticación de múltiples factores (MFA): Añade una capa de seguridad adicional, como una aplicación o una llave física, para asegurar que solo el personal autorizado acceda a los sistemas.
- Hashes criptográficos: Utilizados para proteger contraseñas y otros datos importantes, dificultando su modificación o falsificación.
- Copias de seguridad y sistemas de recuperación de datos: Minimizan la pérdida de información y el tiempo de inactividad en caso de un ataque.
- Auditorías regulares de seguridad: Monitoreo constante de los sistemas para detectar actividad sospechosa o violaciones de seguridad.
- Evaluación de riesgos y pruebas de penetración: Identificación y corrección de vulnerabilidades en el software utilizado.
- Gestión de vulnerabilidades: Evaluaciones regulares y aplicación de parches de seguridad para mantener una postura de seguridad actualizada.

En cuanto a la encriptación de datos, tanto en el hardware como en el software del collar, se pueden implementar algoritmos de encriptación para proteger la comunicación entre el collar y otros dispositivos o servidores. Esto garantiza que los datos transmitidos estén protegidos contra accesos no autorizados. Entre los algoritmos de encriptación recomendados están:

1. AES (Advanced Encryption Standard): AES es un algoritmo de cifrado simétrico ampliamente utilizado debido a su eficiencia y seguridad. Utiliza claves de cifrado de 128, 192 o 256 bits para cifrar y descifrar datos. Godínez-Rodríguez et al. (2021) indican que el AES es un esquema de cifrado de bloques adoptado como estándar internacional, anunciado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología como NIST, FIPS, PUBS 197, 2001. Este algoritmo sería adecuado para proteger los datos de los sensores en tránsito.
2. RSA (Rivest-Shamir-Adleman): RSA es un algoritmo de cifrado asimétrico que utiliza un par de claves: una clave pública para cifrar y una clave privada para descifrar (Schneier B, 1996). Se podría usar RSA para establecer un canal seguro de comunicación entre el collar y un servidor central, donde el collar podría autenticarse utilizando su clave privada.
3. Algoritmos de Hashing: Para garantizar la integridad de los datos recopilados por los sensores, se podría utilizar algoritmos de hashing como SHA-256 y SHA-512 para generar resúmenes criptográficos de los datos. (Scolnik & Hecht, 2004) indican que “el algoritmo SHA-1 (SHA-160) y la familia informalmente conocida como SHA-2 (estándars SHA-224, SHA-256, SHA-384 y SHA-512) surgen para eliminar debilidades halladas en el precursor SHA-0 (5)”. Estos resúmenes podrían ser enviados junto con los datos para detectar cualquier alteración durante la transmisión.

Estándares basados en ciberseguridad

- NIST SP 800-52 Rev. 2: Establece que los sistemas que gestionan datos sensibles no clasificados deben protegerlos en función del riesgo y el impacto de su pérdida o acceso no autorizado. La protección de estos datos se complica con redes interconectadas si no se emplean mecanismos adecuados como el uso del Internet para compartir información. (McKay & Cooper, 2019). Para ello, se recomienda el uso del protocolo Transport Layer Security (TLS) para

asegurar la transmisión de datos en redes interconectadas, especialmente en sistemas del gobierno de EE.UU. Este protocolo garantiza autenticación, confidencialidad e integridad de los datos durante su transferencia por internet.

- NIST SP 800-53 Rev. 5: Establece medidas de seguridad y privacidad que protege sistemas de información y organizaciones frente a amenazas como ataques, errores humanos, desastres naturales, fallos estructurales, espionaje extranjero y riesgos de privacidad, salvaguardando operaciones, activos, personas y entidades (NIST, 2020). Además, se enfatiza que abordar tanto la funcionalidad como la garantía es esencial para asegurar que los sistemas y productos de tecnología sean confiables y seguros para su uso.
- NIST SP 800-183 Networks of Things: Proporciona un marco conceptual para comprender la Internet de las Cosas (IoT) y sus componentes clave en términos de seguridad, fiabilidad y confianza. Presenta cinco primitivas fundamentales: sensores, agregadores, canales de comunicación, utilidades externas y desencadenadores de decisiones, que permiten analizar el comportamiento de las redes IoT. Además, el estándar se enfoca en gestionar riesgos de seguridad y mejorar la confianza en sistemas distribuidos. (Voas Jeffrey, 2016)
- OWASP Internet of Things: El estándar OWASP Internet of Things está diseñado para ayudar a los fabricantes, desarrolladores y consumidores a comprender mejor los problemas de seguridad asociados con el Internet de las cosas y para permitir a los usuarios en cualquier contexto tomar mejores decisiones de seguridad al crear, implementar o evaluar tecnologías de IoT. OWASP (s.f.)
- ISO/IEC 27001: Es la norma más reconocida para sistemas de gestión de seguridad de la información (SGSI). Establece los requisitos para implantar, mantener y mejorar un SGSI, brindando orientación a empresas de cualquier sector. Cumplir con esta norma garantiza que una organización gestiona adecuadamente los riesgos de seguridad de los datos y sigue las buenas prácticas internacionales (ISO/IEC, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

En esta investigación se empleó un enfoque metodológico cualitativo que se apoya en marcos de ciberseguridad como ISO/IEC 27001, NIST SP 800-52 Rev. 2, NIST SP 800-53 Rev. 5, y OWASP IoT para garantizar una

gestión estructurada de la seguridad. El tema de estudio se enfocó en instrumentos como es el collar con tecnología IoT, la plataforma de software y las herramientas de desarrollo utilizadas en un caso de estudio de un proyecto de investigación de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, que consiste en el monitoreo de salud, bienestar y seguridad de bovinos del Ecuador, en aspectos como la temperatura, pulso cardíaco, movimientos de alimentación y geolocalización. Los componentes de hardware y software que forman parte de este proyecto, se describen a continuación:

1. Collar de monitoreo: Incluyen las especificaciones técnicas, componentes de hardware y software utilizados, entre ellos está: la tarjeta WIFI de IoT (ESP8266), los sensores de monitoreo de alimentación (MPU6050), geolocalización (GPS NEO-6M), temperatura (DS18B20) y pulso cardíaco (AD8232). El software utilizado para recolectar los datos del collar es Arduino Cloud.
2. Herramientas de desarrollo: Incluyen las herramientas utilizadas para el desarrollo y programación del collar, como IDEs (Entornos de Desarrollo Integrado), para este caso de estudio, las herramientas que se usan para el desarrollo es Django (Framework de Python), PostgreSQL (Base de datos), librerías de IoT para el acceso al API de Arduino Cloud, librería de WhatsApp de Meta y la librería de Google Map. Estas herramientas trabajan con el sistema operativo Windows o Linux.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La metodología de ciberseguridad adoptada en esta investigación combina estándares internacionales y marcos de trabajo reconocidos para garantizar la seguridad de un sistema IoT utilizado en el sector ganadero. Este enfoque se centra en la identificación de riesgos, el análisis de vulnerabilidades y la implementación de controles de seguridad específicos para proteger tanto el hardware (collar de monitoreo) como la plataforma web asociada. Se emplearon cuatro estándares principales:

- ISO/IEC 27001: Para establecer un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI) que abarca la identificación de riesgos, la implementación de controles y la mejora continua.

- NIST SP 800-52 Rev. 2: Para proteger las comunicaciones mediante TLS.
- NIST SP 800-53 Rev. 5: Para definir controles específicos de seguridad y privacidad, aplicables a cada capa del sistema IoT.
- OWASP IoT: Para abordar vulnerabilidades específicas de los dispositivos IoT, garantizando un diseño y desarrollo seguro.

En la tabla 1 se muestra la matriz de riesgo basada en probabilidad e impacto. En la tabla 2 se muestran las amenazas que podrían comprometer la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos, así mismo las técnicas y estándares de seguridad para mitigar los riesgos.

Tabla 1. Matriz de riesgo basada en probabilidad e impacto.

Impacto/Probabilidad	Baja (1)	Media (2)	Alta (3)
Bajo (1)	Bajo	Bajo	Medio
Medio (2)	Bajo	Medio	Alto
Alto (3)	Medio	Alto	Alto

Fuente: Elaboración de los autores.

Tabla 2. Análisis de riesgos y marco normativo de seguridad en hardware y software.

Componente	Amenaza	Vulnerabilidad	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Técnica de seguridad	Estándar aplicable
Collar (Hardware)	Acceso físico no autorizado.	Manipulación o robo del dispositivo.	Alta	Alto	Alto	• Carcasas resistentes. • Ubicación segura. • Sensores de manipulación.	NIST SP 800-53 Rev. 5
	Vulnerabilidades en sensores.	Fallos o manipulación de datos.	Media	Alto	Alto	• Actualización de firmware. • Verificación de integridad de datos. • Cifrado AES.	ISO/IEC 27001, OWASP IoT
	Interferencias electromagnéticas.	Factores ambientales afectan rendimiento.	Baja	Medio	Bajo	• Blindaje electromagnético. • Optimización de frecuencias.	NIST SP 800-53 Rev. 5
	Fallas de energía o batería.	Insuficiencia energética afecta disponibilidad.	Media	Alto	Alto	• Monitoreo de carga. • Fuentes redundantes.	ISO/IEC 27001
Plataforma (Software)	Ataques de malware.	Sistema vulnerable a infecciones.	Alta	Alto	Alto	• Antivirus. • Actualizaciones de seguridad. • Listas de control de acceso (ACL).	OWASP IoT, NIST SP 800-53 Rev. 5
	Falta de actualizaciones o parches.	Exposición a vulnerabilidades conocidas.	Alta	Alto	Alto	• Gestión automatizada de parches. • Monitoreo continuo.	ISO/IEC 27001, OWASP IoT
	Cifrado débil o inexistente.	Datos vulnerables a interceptaciones.	Media	Alto	Alto	• Cifrado AES-256 y TLS. • Uso de RSA.	NIST SP 800-52 Rev. 2
	Autenticación débil.	Acceso no autorizado.	Alta	Alto	Alto	• Autenticación multifactor (MFA). • Control de acceso basado en roles (RBAC).	OWASP IoT, NIST SP 800-53 Rev. 5
	Inyección SQL.	Falta de validación en entradas del usuario.	Media	Alto	Alto	• Validación de entradas y uso de parámetros en consultas SQL.	OWASP IoT
	Denegación de servicio (DoS).	Saturación del sistema con peticiones.	Media	Alto	Alto	• Sistemas de prevención de intrusos (IPS). • Limitación de solicitudes.	ISO/IEC 27001, OWASP IoT
	Exposición de datos sensibles.	Configuraciones inseguras o accesos no autorizados.	Alta	Alto	Alto	• Configuración segura de la base de datos. • Cifrado en reposo.	ISO/IEC 27001, NIST SP 800-53 Rev. 5

Fuente: Elaboración de los autores.

CONCLUSIÓN

La investigación logró establecer una metodología de ciberseguridad efectiva para un sistema IoT aplicado a la ganadería 4.0, integrando estándares como ISO/IEC 27001, NIST SP 800-52 Rev. 2, NIST SP 800-53 Rev. 5 y OWASP IoT. Este enfoque permitió identificar y analizar los riesgos asociados al hardware y software del collar de monitoreo, priorizando amenazas como la autenticación débil, la falta de cifrado y las vulnerabilidades en los sensores. Con base en estos riesgos, se implementaron controles de seguridad específicos, garantizando la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos.

La implementación de esta metodología no solo fortalece la seguridad del sistema, sino que también contribuye a la sostenibilidad del sector ganadero mediante la prevención de pérdidas por enfermedades no detectadas o robo de ganado. Además, se destaca la importancia del monitoreo constante y la actualización continua de los sistemas para adaptarse a nuevas amenazas, asegurando un funcionamiento robusto y confiable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaba, F. A., Muhammad, A. H., & Cheng, Z. (2017). Internet of Things security: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 88, 10-28.
- Anaya Moreno, J. A. (01 de 01 de 2021). repository.unad.edu.co. Recuperado a partir de repository.unad.edu.co: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/41343/jaamayam.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Carvajal Artieda, V. E. (01 de 05 de 2022). repositorio.puce.edu.ec. Recuperado a partir de repositorio.puce.edu.ec: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/20370/Hacktivismo%20de%20Anonymous%20en%20el%20Ecuador.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, M. I. R., Morán, G. L. F., Navarrete, D. S. V., Cruzatty, J. E. Á., Anzúles, G. R. P., Mero, C. J. Á., ... & Merino, M. A. C. (2018). *Introducción a la seguridad informática y el análisis de vulnerabilidades* (Vol. 46). 3Ciencias.

- Cornejo-Velázquez, E., Romero-Trejo, H., Acevedo-Sandoval, O. A., & Toriz-Palacios, A. (2019). Aplicación del Internet de las Cosas en el Sector Agrícola. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7(13), 62-67.
- Codster. (2021). 7 medidas de ciberseguridad para aplicaciones web. Recuperado a partir de: <https://codster.io/blog/medidas-ciberseguridad-para-aplicaciones-web/>
- García, A. C., & Goussens, A. (2024). Ciberseguridad y uso de las TIC en el Sector Salud. *Atención Primaria*, 56(3), 102854.
- García-Morchon, O. (2017). Security for the Internet of Things—From physical attacks to resilience. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(6), 2169-3536.
- Godínez-Rodríguez, E., Ortiz, M. P., Balankin, A., Carapia, R. F., Ortiz, J. P., García, V. M. S., & Cruz, M. A. M. (2021). Encriptado de Imágenes Basado en Advanced Encryption Standard y Caos. *Revista Cubana de Ingeniería*, 12(2), e278-e278.
- Guamán, M., Zenteno, J. A. C., Urgilés, C. F., Urgilés, C. F., & Egas, M. R. (2023). Análisis de riesgos y amenazas de ciberseguridad en el estado ecuatoriano, utilizando la metodología Magerit. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 7(49), 139-165.
- Jiménez-Almeira, G. A., & López, D. E. (2023). Ciberseguridad y Seguridad Integral: un análisis reflexivo sobre el avance normativo en Colombia. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (E62), 16-31.
- ISO/IEC. (2022). ISO/IEC 27001:2022 Information security, cybersecurity and privacy protection: Information security management systems. Recuperado a partir de <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/28/82875.html>
- McKay, K., & Cooper, D. (2019). Guidelines for the Selection, Configuration, and Use of Transport Layer Security (TLS) Implementations (NIST Special Publication 800-52 Rev. 2). National Institute of Standards and Technology. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-52r2>
- National Institute of Standards and Technology. (2020). NIST SP 800-53 Rev. 5: Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations. Retrieved from <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-53r5>

- OWASP. (2020). OWASP Top Ten. Recuperado de: <https://owasp.org/www-project-top-ten/>
- OWASP. (s.f.). OWASP Internet of Things. Recuperado de <https://owasp.org/www-project-internet-of-things/>
- Quirumbay Yagual, D. I., Castillo Yagual, C. A., & Coronel Suárez, I. A. (2022). Una revisión del aprendizaje profundo aplicado a la ciberseguridad. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 9(1), 57-65.
- Sánchez-Sánchez, P. A., García-González, J. R., Triana, A., & Perez-Coronell, L. (2021). Medida del nivel de seguridad informática de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en Colombia. *Información tecnológica*, 32(5), 121-128.
- Schneier, B. (1996). *Applied Cryptography, Second Edition: Protocols, Algorithms, and Source Code* in C. John Wiley & Sons, Inc. Retrieved from <https://mrajacse.files.wordpress.com/2012/01/applied-cryptography-2nd-ed-b-schneier.pdf>.
- Scolnik Hugo Daniel & Hecht Juan Pedro. (2004). Impacto de recientes ataques de colisiones contra funciones de hashing de uso corriente. Obtenido de researchgate.net
- Voas Jeffrey. (2026). NIST SP 800-183: Networks of Things. Retrieved from <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-183>

IA EN LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS: UN ENFOQUE SOSTENIBLE PARA EL FUTURO

AI in Water Resources Management: A Sustainable Approach for the Future

ALEJANDRA JARAMILLO RODRÍGUEZ¹

RESUMEN

En un contexto global donde el acceso al agua dulce se vuelve cada vez más crítico debido al cambio climático, el crecimiento poblacional y la contaminación, la gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos se ha convertido en una prioridad mundial. La inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta poderosa para enfrentar estos desafíos, ofreciendo soluciones innovadoras que optimizan el uso del agua y promueven la sustentabilidad.

Palabras claves: soluciones innovadoras, inteligencia artificial, gestión eficiente, recursos hídricos.

¹ Estudiante de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. Correo: al2193045440@azc.uam.mx

ABSTRACT

In a global context where access to freshwater is becoming increasingly critical due to climate change, population growth and pollution, efficient and sustainable management of water resources has become a global priority. Artificial intelligence (AI) emerges as a powerful tool to address these challenges, offering innovative solutions that optimize water use and promote sustainability.

Keywords: innovative solutions, artificial intelligence, efficient management, water resources.

INTRODUCCIÓN

Optimización del Uso del Agua en la Agricultura

La escasez creciente de los recursos hídricos es motivo de preocupación, sobre todo en lo que se refiere a las aplicaciones relacionadas con la agricultura. Esta escasez no se debe a razones hidrológicas, sino a la dinámica de la sociedad humana y a la forma en que se utiliza el recurso.

Si bien la cantidad total de agua disponible anualmente en nuestro planeta no ha cambiado significativamente, la población humana ha aumentado considerablemente, por lo que la cantidad de agua disponible por persona es inferior. Los desastres naturales se multiplican y tienen una mayor resonancia, tal vez ayudados por un cambio climático, y su impacto en la sociedad es dramático. Los seres humanos afectados por los desastres no son generalmente sólo los más pobres, sino que se ven obligados a vivir en colinas escarpadas, a lo largo de lechos de ríos que se inundan fácilmente y en regiones áridas de escaso potencial productivo. (Disponibilidad de agua y el impacto de desastres naturales, 2024)

Figura 1. Uso del Agua con IA en la agricultura.



La agricultura es el mayor consumidor de agua dulce a nivel global, utilizando alrededor del 70% de los recursos disponibles. Las técnicas de riego tradicionales, sin embargo, tienden a desperdiciar grandes cantidades de agua. Con el avance de la inteligencia artificial, se han desarrollado sistemas de riego inteligente que permiten una gestión mucho más eficiente del agua. Estos sistemas combinan datos de sensores de humedad del suelo, cámaras y estaciones meteorológicas para monitorear en tiempo real las condiciones del suelo, el clima y el estado de los cultivos. Los algoritmos de aprendizaje automático analizan grandes volúmenes de datos climáticos e hídricos para ajustar automáticamente el suministro de agua, minimizando el desperdicio y optimizando el riego de manera precisa y eficiente.

La implementación de electrónica, software, geoposicionamiento y mecatrónica para la siembra, monitoreo y cosecha ya es una realidad. Con casi ocho millones de hectáreas sembradas con tecnología de precisión, Argentina se posiciona entre los países más tecnificados en la producción de granos. Aunque muchos procesos de toma de decisiones aún están en fase experimental, el avance en la transferencia de resultados científicos es rápido. Los debates sobre el uso de la tecnología abren preguntas sobre cómo integrar conocimientos de diversas culturas a las prácticas agrícolas

tradicionales, desde una perspectiva interdisciplinaria y sistémica. Si bien no serán las máquinas las que decidan, la inteligencia artificial facilitará mejores decisiones. Esto plantea un desafío para las instituciones científicas y tecnológicas argentinas en su búsqueda de profundizar la investigación y la innovación agroindustrial. (Cecilie Esperbent, RIA. Rev. investig. agropecu. vol.42 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires abr. 2016)

Predicción y Prevención de Sequías e Inundaciones

Los fenómenos climáticos extremos, como sequías e inundaciones, se están volviendo más frecuentes e intensos debido al cambio climático. La IA tiene la capacidad de mejorar la precisión de los modelos climáticos y predecir estos eventos con antelación, permitiendo que las autoridades tomen medidas preventivas. (Hunter Magazine, 2024).

La IA puede analizar grandes cantidades de datos meteorológicos históricos y en tiempo real para predecir eventos climáticos extremos. Estos modelos pueden hacer simulaciones complejas, integrando información como la temperatura, humedad y presión atmosférica, junto con patrones de corrientes oceánicas y atmosféricas.

En India, el sistema basado en IA llamado FloodAI utiliza datos meteorológicos y del terreno para predecir inundaciones hasta con 7 días de antelación, lo que ha permitido reducir significativamente el impacto de estos desastres en las comunidades rurales.

Monitoreo y Control de la Calidad del Agua

Uno de los principales desafíos en la gestión del agua es mantener su calidad. La inteligencia artificial, en combinación con el uso de sensores en red, puede monitorear la calidad del agua de manera continua y detectar contaminantes o variaciones peligrosas mucho antes que los métodos convencionales.

Los algoritmos de IA pueden procesar datos de sensores en tiempo real, analizando parámetros como pH, niveles de oxígeno disuelto, y la presencia de contaminantes. Estos sistemas pueden generar alertas automáticas cuando los niveles de contaminantes exceden los límites aceptables. La IA también puede analizar imágenes obtenidas mediante drones o satélites para detectar cambios visuales en masas de agua que indiquen contaminación o proliferación de algas tóxicas. (Envira IoT. (s.f.). Monitorización con dispositivos IoT para la calidad del aire y el agua, 2022)

En España, un proyecto piloto utilizó IA para monitorear la calidad del agua en los ríos Tajo y Ebro, utilizando sensores IoT y procesamiento en la nube. Esto ha permitido una intervención más rápida en casos de contaminación, reduciendo significativamente el impacto ambiental. (Jorge Olcina Cantos, La balanza de los riesgos naturales)

Otro ejemplo que podemos mencionar es el Monitoreo de Calidad de Agua en sistema de agua potable rural en el cual se propone un sistema que permite analizar en tiempo real las variables más importantes que determinan el grado de calidad del agua, mediante el uso de sensores y la transmisión de los datos a los respectivos responsables para su correcta interpretación. El sistema de monitoreo propuesto para analizar el estado del agua incluye seis sensores para medir las variables seleccionadas. La instalación de los sensores se realiza en el estanque de almacenamiento de agua, luego del proceso de Desinfección, debido a su posición estratégica en el proceso (Ilustración 2). El sistema también incluye un Arduino, una Raspberry y se basa en almacenamiento y procesamiento de datos en la nube.

Figura 4. La balanza de los riesgos naturales.



IA y Gestión Predictiva de Recursos Hídricos

La Inteligencia Artificial (IA) aplicada a la gestión de recursos hídricos es una herramienta tecnológica avanzada que está transformando la forma en que se gestionan y utilizan los recursos de agua en todo el mundo. Esta tecnología permite mejorar la eficiencia, sostenibilidad y predictibilidad en el manejo del agua, ayudando a enfrentar los desafíos actuales como el cambio climático, el crecimiento de la población y la escasez de agua.

Figura 3. Procesos del funcionamiento del APR (el círculo rojo resalta lugar de instalación de sensores).



Principales aplicaciones de la IA en la gestión de recursos hídricos

La predicción del comportamiento hídrico es una de las aplicaciones más prometedoras de la Inteligencia Artificial (IA). Esta tecnología puede ser utilizada para predecir la disponibilidad futura del agua, basándose en grandes volúmenes de datos históricos y en tiempo real, como datos meteorológicos, hidrológicos y climáticos. En particular, los modelos de aprendizaje automático (Machine Learning) permiten identificar patrones complejos dentro de estos datos, generando pronósticos sobre precipitaciones, niveles de agua en embalses o ríos, y el flujo de agua.

subterránea. Esta capacidad predictiva es crucial para mejorar la gestión del agua, anticipando situaciones críticas como sequías o inundaciones y optimizando la asignación de recursos hídricos. (Welysis. Inteligencia artificial y gestión del agua.)

Actualmente, la inteligencia artificial se ha aplicado de manera creciente desde inicios del siglo XXI en la gestión de recursos hídricos, especialmente para mitigar los efectos del cambio climático. A través de la IA, se ha facilitado la interpretación de imágenes satelitales y el monitoreo de la variación de la cubierta vegetal, la aparición o desaparición de acuíferos y lagos, y la variación en los volúmenes de escorrentía generados en ríos. Este estudio tiene como objetivo mostrar la eficiencia del Machine Learning (Ilustración 4) en el manejo de recursos hídricos, basado en una revisión sistemática de bases de datos científicas como SciELO, ScienceDirect, Redalyc, Scopus y Web of Science, enfocándose en contenidos de IA aplicados a la gestión del agua. Los resultados indican que el Machine Learning optimiza los sistemas de alerta temprana, el mapeo hidrológico y la teledetección. En conclusión, se trata de un método de análisis de datos muy eficiente para la interpretación y modelado de la información hidrometeorológica, especialmente al aplicarlo en cuencas hidrográficas. (Wilber Samuel Vargas-Crispin Universidad Nacional de Huancavelica, 2021).

Figura 4. Machine Learning con IA.



Mejorando la Infraestructura del Agua con IA

La infraestructura hídrica es fundamental para la distribución, almacenamiento y tratamiento del agua, pero muchos sistemas actuales son ineficientes y tienen altos índices de pérdidas. La inteligencia artificial (IA) ofrece herramientas avanzadas para optimizar estos sistemas, reduciendo las fugas, optimizando la distribución y mejorando la eficiencia energética. (Lara, G. 2023)

Redes de Distribución Inteligentes

Las redes de distribución de agua son complejas y muchas veces operan de manera ineficiente debido a fallas invisibles, como fugas en tuberías o desbalance en la presión del agua. Implementar IA en estas redes permite detectar y prevenir problemas antes de que se conviertan en crisis.

- Detección de fugas en tiempo real: Con el uso de sensores inteligentes distribuidos a lo largo de la red de tuberías y análisis predictivo, la IA puede identificar fugas pequeñas antes de que se conviertan en problemas mayores. Esto no solo ahorra agua, sino que reduce los costos de reparación a largo plazo.

Por ejemplo: En la ciudad de Barcelona, España, se implementó un sistema de IA que monitorea su red de tuberías de agua en tiempo real. Utilizando sensores de presión y caudal, el sistema detecta fugas y pérdidas de agua, permitiendo a los equipos de mantenimiento reaccionar de forma proactiva. Según reportes, se ha logrado reducir las pérdidas en la red hasta en un 25%. (Adasa Sistemas, 2023)

- Optimización de la presión del agua: La IA puede ajustar automáticamente los niveles de presión en las tuberías en función de la demanda. Esto es especialmente útil en horas pico y en situaciones de emergencia. Ajustar la presión no solo reduce el desgaste de las tuberías, sino que también minimiza el riesgo de fugas y fallas en las conexiones.

Por ejemplo: En Londres, el operador Thames Water utilizó algoritmos de IA para ajustar la presión del agua en su vasta red de distribución, lo que ha

permitido optimizar la presión en tiempo real según la demanda del día. Esta estrategia ha reducido las roturas de tuberías y ha mejorado el servicio, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas. (Thames Water, Uso de IA en la optimización de la presión del agua, 2024)

Mantenimiento Preventivo y Predictivo

Una gran parte del gasto en infraestructura hídrica proviene del mantenimiento reactivo, donde las reparaciones solo se llevan a cabo después de que un problema ha surgido, a menudo de manera costosa y disruptiva. La IA, al utilizar modelos predictivos, puede analizar datos históricos y en tiempo real para prever problemas futuros en las instalaciones y tuberías.

- Planificación de mantenimiento predictivo: La IA puede predecir el desgaste de componentes clave de la infraestructura, como válvulas, bombas y tuberías, basándose en patrones de uso y en el análisis de condiciones como la temperatura, presión y flujo. Esto permite realizar el mantenimiento justo antes de que ocurra una avería, minimizando las interrupciones del servicio y reduciendo costos.

Ejemplo: Suez, una compañía francesa que gestiona servicios de agua en muchas ciudades, ha implementado un sistema de IA que monitorea sus plantas de tratamiento y redes de distribución. Usando machine learning, pueden predecir cuándo ciertos componentes críticos están a punto de fallar y planifican el mantenimiento con semanas de antelación, evitando así interrupciones costosas. (Suez. (2023). Predictive maintenance and AI in water management. *Suez Reports*)

- Optimización del mantenimiento de bombas y equipos de tratamiento: Las estaciones de bombeo y las plantas de tratamiento de agua son vitales, pero el mantenimiento de estos equipos puede ser complejo y costoso. Mediante la IA, se pueden prever los momentos óptimos para realizar intervenciones de mantenimiento, basados en el análisis de datos históricos y el estado operativo en tiempo real de cada equipo.

Ejemplo: En Singapur, la Agencia Nacional del Agua (PUB) utiliza IA para el mantenimiento predictivo de sus plantas de tratamiento de agua. Los

algoritmos analizan el rendimiento de las bombas y los filtros, detectando signos tempranos de desgaste, lo que ha permitido una reducción significativa de las fallas no planificadas y el incremento de la eficiencia operativa (Jacobs , 2020).

Gestión Inteligente de Alcantarillado y Aguas Residuales

La IA también puede mejorar la eficiencia de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, especialmente en áreas urbanas donde el crecimiento poblacional y el cambio climático aumentan las presiones sobre las infraestructuras existentes.

- Monitoreo en tiempo real del flujo en alcantarillas: En ciudades donde las lluvias torrenciales son comunes, los sistemas de alcantarillado pueden verse desbordados, lo que genera inundaciones y vertidos no controlados de aguas residuales. Los sensores equipados con IA pueden monitorear el flujo de agua en tiempo real y ajustar automáticamente las compuertas para redirigir el exceso de agua hacia áreas de menor riesgo.

Figura 5. Alcantarillado gestionado por la IA.



Ejemplo: En Copenhague, Dinamarca, se implementó un sistema de IA que

gestiona el flujo de agua en el sistema de alcantarillado durante tormentas. Utilizando predicciones meteorológicas en tiempo real y datos de sensores en las alcantarillas, el sistema ajusta las válvulas y desvíos automáticamente para prevenir inundaciones en zonas críticas, mejorando la resiliencia de la ciudad ante el cambio climático. (State of Green, 2023)

- Optimización del tratamiento de aguas residuales: La IA puede mejorar la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ajustando el uso de productos químicos y la energía necesaria para el tratamiento en función de la carga de contaminantes detectada en tiempo real. Esto reduce tanto el impacto ambiental como los costos operativos.

Ejemplo: La ciudad de Milán, Italia, ha implementado un sistema de IA en su planta de tratamiento de aguas residuales que optimiza el proceso en función de la calidad del agua entrante y la cantidad de aguas residuales a tratar. Esto ha permitido reducir el consumo de energía en un 20% y mejorar la calidad del agua tratada.

Eficiencia energética en las plantas de tratamiento de agua

El tratamiento y transporte de agua es intensivo en energía, y las plantas de tratamiento suelen ser responsables de una gran parte del consumo energético de las ciudades. La IA ayuda a optimizar estos procesos, reduciendo el consumo energético sin comprometer la calidad del servicio.

- Gestión eficiente de bombas: La IA puede monitorear y ajustar el funcionamiento de las bombas en tiempo real, asegurándose de que operen a su máxima eficiencia, reduciendo los picos de demanda de electricidad y distribuyendo el consumo de manera más uniforme.

Ejemplo: En Los Ángeles, la planta de tratamiento de aguas residuales Hyperion utiliza IA para gestionar sus bombas de manera más eficiente. Esto ha resultado en una reducción del consumo de energía en más del 10%, lo que ha contribuido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la planta. (Cummins Inc. 2023)

IA y Energía en el Ciclo del Agua

La energía y el agua son recursos esenciales, inseparables e inextricablemente vinculados que se reconocen como insumos indispensables para la seguridad económica y nacional moderna. Comprender el nexo entre la energía y el agua puede ayudar a minimizar el consumo de energía y agua y reducir las emisiones ambientales.

El término energía para el agua se refiere a la energía consumida en las fases de construcción, operación y mantenimiento de los sectores del agua. El sector del agua es un gran consumidor de energía, porque en las fases de operación y mantenimiento del ciclo de uso del agua, el consumo de energía está directamente relacionado tanto con la cantidad como con las calidades deseadas del agua suministrada/aguas residuales tratadas que requieren los consumidores. (Wakeel, M. 2016)

Debido a que el agua y la energía están interrelacionadas a través de la EWN, la creciente demanda de agua de buena calidad provoca un aumento de la extracción, el transporte, el tratamiento y la eliminación de agua, lo que a su vez conduce a un aumento de la demanda de energía porque la energía se consume en el suministro de agua, la distribución, el uso final, el tratamiento de aguas residuales, la calefacción y la refrigeración. Esto lleva a preguntas sobre cuánta energía se consume en el sector del agua y cómo mantener un suministro de agua futuro con el mínimo aporte de energía. (Alsaedi, A., & Ahmad, B. 2016)

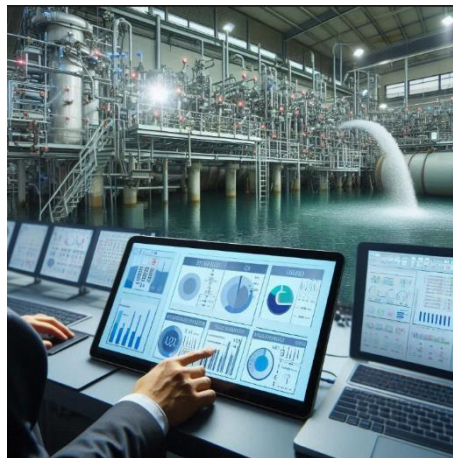
El agua y la energía están interconectadas en un ciclo de dependencia mutua: el suministro, tratamiento y distribución de agua requieren una gran cantidad de energía, mientras que la producción de energía a menudo depende del agua. La inteligencia artificial (IA) puede optimizar tanto el uso del agua como la energía necesaria para su manejo, lo que es fundamental para mejorar la sostenibilidad de ambos recursos.

Optimización energética en plantas de tratamiento de agua

El tratamiento del agua y de las aguas residuales consume una cantidad significativa de energía. La IA puede desempeñar un papel clave en la reducción del consumo energético en estos procesos al optimizar el funcionamiento de las instalaciones y mejorar la eficiencia operativa.

Monitoreo y control en tiempo real: Los algoritmos de IA pueden analizar grandes cantidades de datos generados por sensores en plantas de tratamiento, monitoreando parámetros clave como la demanda biológica de oxígeno (DBO), el caudal, la carga de contaminantes y la temperatura. Basándose en estos datos, la IA ajusta automáticamente los procesos de tratamiento para optimizar el uso de energía, garantizando al mismo tiempo que el agua tratada cumpla con los estándares de calidad.

Figura 6. Análisis de datos para tratamiento de agua.



Ejemplo: En Nueva York, la planta de tratamiento de aguas residuales en Jamaica Bay ha implementado un sistema de IA para optimizar sus procesos de aireación, uno de los componentes más intensivos en energía del tratamiento. Este sistema ha permitido reducir el consumo energético en un 15%, manteniendo la calidad del agua tratada.

Reducción del uso de productos químicos: Al analizar en tiempo real la carga de contaminantes en el agua, la IA puede ajustar automáticamente la dosificación de productos químicos, como coagulantes y floculantes, utilizados en el tratamiento de aguas residuales. Esto reduce tanto el

consumo de energía como el uso de productos químicos, mejorando la eficiencia general del proceso.

Ejemplo: En Dublín, Irlanda, una planta de tratamiento de aguas residuales utiliza un sistema de IA que optimiza la dosificación de productos químicos en función de la carga contaminante en tiempo real. Como resultado, la planta ha logrado una reducción del 20% en el uso de productos químicos y una disminución significativa en el consumo energético (Springer Link. 2023).

Sistemas de bombeo inteligentes

Diferentes sistemas de bombeo de agua utilizan electricidad y diésel para hacer funcionar la bomba. Sin embargo, este tipo de fuente tiene varios inconvenientes como la contaminación ambiental, baja confiabilidad, precios de combustibles fósiles, baja eficiencia y altos costos de mantenimiento. Por lo tanto, es necesario utilizar una fuente alternativa sostenible y apropiada para alimentar los sistemas de bombeo de agua. El uso de fuentes de energía renovables es la mejor solución para superar los inconvenientes antes mencionados. Varias tecnologías de energía renovable como la energía solar, eólica y de biomasa se pueden utilizar para bombear agua. La tecnología solar fotovoltaica es la más deseada y adecuada porque es limpia, está disponible de forma natural y no produce ruido. (Mustafá Errouha, 19 Agosto 2021)

El bombeo de agua es uno de los procesos más intensivos en energía en todo el ciclo del agua. Tanto en el suministro de agua potable como en el tratamiento de aguas residuales, las bombas consumen grandes cantidades de energía. La IA permite optimizar el funcionamiento de las bombas para reducir el consumo energético sin comprometer el suministro o la calidad del agua.

Optimización de bombas en tiempo real: Mediante el uso de sensores distribuidos y algoritmos de machine learning, la IA puede ajustar la operación de las bombas de acuerdo con la demanda, el caudal y otros factores ambientales. Esto no solo reduce el consumo energético, sino que

también prolonga la vida útil de los equipos.

Ejemplo: En California, el Distrito Metropolitano de Agua ha implementado un sistema de IA que controla las bombas en su red de distribución de agua, ajustando su operación en función de las necesidades de la población y el clima. Este sistema ha permitido una reducción del 10% en el consumo energético anual de las bombas, ahorrando millones de dólares en costos operativos. (California Water News Daily, 2024)

Prevención de picos de demanda energética: En muchas áreas, las bombas de agua operan a máxima capacidad durante las horas pico, lo que puede llevar a un aumento de los costos de energía y a un estrés excesivo en la red eléctrica. La IA permite planificar el funcionamiento de las bombas de manera que se minimicen los picos de demanda, distribuyendo el consumo de energía de forma más uniforme a lo largo del día.

Ejemplo: La ciudad de Copenhague, Dinamarca, ha implementado un sistema de gestión de bombas que utiliza IA para redistribuir la carga de trabajo de las bombas durante el día. Esto ha permitido reducir los picos de demanda energética en un 15%, lo que ha resultado en una reducción significativa en las tarifas energéticas. (Sener. 2024).

Optimización del uso de energía renovable en la gestión del agua

Con la creciente demanda de energía en todo el mundo, la generación de electricidad basada en energía solar fotovoltaica (SPV) está tomando la delantera entre las fuentes de energía no convencionales. La energía SPV es una tecnología muy prometedora y adecuada para la formación de redes inteligentes con redes distribuidas. En los próximos años, se espera que el costo general de las células fotovoltaicas baje drásticamente.

El agua es necesaria para beber, para riego, para uso doméstico, para el ganado y para uso industrial. El bombeo de agua se ha convertido en una tarea indispensable en la vida cotidiana. Se están realizando esfuerzos para aprovechar la energía solar para bombear. Los sistemas híbridos de bombeo de agua están ganando popularidad día a día con el concepto de

energía compartida inteligente. (B. y Kumar, S. 2017)

El uso de energías renovables es fundamental para reducir las emisiones de carbono asociadas con la gestión del agua. La IA puede integrar de manera eficiente fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en las operaciones de plantas de tratamiento y sistemas de bombeo.

Integración de energía solar y eólica: La IA puede predecir los patrones de generación de energía a partir de fuentes renovables y ajustar las operaciones de las plantas de tratamiento y sistemas de bombeo en función de la disponibilidad de esta energía. Esto reduce la dependencia de la energía de fuentes no renovables y optimiza el uso de la energía renovable.

Ejemplo: En Singapur, la Agencia Nacional del Agua (PUB) utiliza un sistema de IA para integrar la energía solar en sus operaciones de tratamiento de agua. El sistema ajusta el uso de energía según la disponibilidad de energía solar, lo que ha permitido reducir las emisiones de carbono de la planta en un 10%.

Uso de baterías y almacenamiento de energía: En plantas de tratamiento y estaciones de bombeo equipadas con sistemas de almacenamiento de energía, la IA puede gestionar cuándo almacenar energía generada a partir de fuentes renovables y cuándo utilizarla, asegurando que los sistemas de agua puedan funcionar de manera eficiente incluso cuando no hay suficiente luz solar o viento.

Figura 7. Almacenamiento de energía con IA.



Ejemplo: En Australia, la planta de tratamiento de agua de Kalgoorlie utiliza IA para gestionar su sistema de almacenamiento de energía, que combina energía solar con baterías. El sistema decide automáticamente cuándo almacenar la energía excedente y cuándo utilizarla, lo que ha permitido a la planta operar de manera autosuficiente durante horas sin sol. (City of Kalgoorlie-Boulder. 2023)

Sistemas de gestión energética en redes inteligentes de agua

Los servicios públicos ya están empezando a adoptar tecnología inteligente del agua, impulsadas por la necesidad de mitigar la escasez de agua, mejorar las operaciones y cumplir eficientemente con las regulaciones. De aquí a 2024, los servicios públicos invertirán \$14.000 millones en la gestión inteligente del agua. Ya en 2017, se anunciaron más de 260 proyectos inteligentes de agua en todo el mundo, y otros 180 proyectos anunciados a partir de julio de 2018.

Las redes de distribución de agua cada vez más se están volviendo "inteligentes" mediante la incorporación de sensores y tecnologías de IA para gestionar tanto el agua como la energía de manera más eficiente. Esto no solo optimiza el uso de energía, sino que también ayuda a mejorar la distribución del agua, reduciendo pérdidas y mejorando la resiliencia del sistema.

Gestión energética en redes inteligentes de agua: Los sistemas de IA pueden analizar en tiempo real los datos de sensores instalados a lo largo de la red de distribución para gestionar la energía de manera más eficiente. Esto incluye ajustar la presión del agua en función de la demanda, optimizar el flujo y monitorear el estado de la infraestructura para evitar fallos energéticos y de servicio.

Ejemplo: En Israel, el sistema nacional de distribución de agua "Mekorot" ha implementado IA para gestionar la energía utilizada en la distribución de agua a nivel nacional. Este sistema optimiza la presión y el caudal en función de la demanda y el clima, lo que ha resultado en una reducción del 15% en el consumo energético de la red.

Plantas de tratamiento autosuficientes

Las plantas de tratamiento autosuficientes son instalaciones diseñadas para tratar aguas residuales o potabilizar agua mientras minimizan su dependencia de recursos externos, como energía, agua o productos químicos. Estas plantas integran tecnologías avanzadas, como la energía renovable, la recuperación de recursos y la automatización, para ser energéticamente autosuficientes y ambientalmente sostenibles.

Estas plantas están diseñadas para reducir su consumo energético, utilizando fuentes de energía renovable como:

- Paneles solares.
- Turbinas eólicas.
- Microturbinas hidráulicas que aprovechan el flujo de agua tratado. Además, muchas plantas implementan sistemas de bombeo inteligentes que optimizan el uso de energía al adaptar su funcionamiento en función de la demanda.

Una característica clave de las plantas autosuficientes es la recuperación de energía a partir de los procesos de tratamiento. Por ejemplo:

Digestores anaeróbicos: Usan los lodos generados en el proceso de tratamiento de aguas residuales para producir biogás, que puede ser utilizado como fuente de energía para la planta.

Calor residual: El calor generado en algunos procesos de tratamiento puede recuperarse y reutilizarse dentro de la planta para calentar otros procesos.

Con el uso de IA, algunas plantas de tratamiento de agua y aguas residuales han logrado convertirse en autosuficientes energéticamente, utilizando los recursos generados dentro del proceso para cubrir sus necesidades energéticas.

La IA y los sistemas de control avanzados permiten a las plantas de tratamiento autosuficientes optimizar sus procesos y tomar decisiones en

tiempo real sobre la base de datos operacionales y ambientales. Esto incluye:

- Monitoreo automático de calidad del agua.
- Sistemas predictivos que ajustan la operación para minimizar el uso de energía o químicos.
- Control automático de bombas y otros equipos para ajustar el funcionamiento a la demanda y reducir el consumo energético

Minimización de desechos: Las plantas autosuficientes buscan minimizar o reutilizar los residuos generados durante el proceso de tratamiento, como los lodos. Estos pueden ser convertidos en biogás, compost o usados en otras aplicaciones industriales.

Uso de tecnologías verdes: Para reducir su huella ecológica, estas plantas pueden incorporar tecnologías como humedales artificiales o biorreactores, que tratan el agua de manera más natural y con menor consumo energético en comparación con los métodos convencionales.

Figura 8. Tecnologías verdes.



Producción de biogás a partir de lodos: En muchas plantas de tratamiento

de aguas residuales, los lodos generados durante el proceso de tratamiento pueden descomponerse mediante biodigestores para producir biogás, una fuente de energía renovable. La IA puede optimizar este proceso al controlar las condiciones de los biodigestores, maximizando la producción de biogás y minimizando el desperdicio de energía.

Ejemplo: En Copenhague, Dinamarca, la planta de tratamiento de aguas residuales Lynetten ha implementado un sistema de IA que optimiza la producción de biogás a partir de los lodos generados. Este biogás no solo alimenta a la planta, sino que el excedente se utiliza para generar electricidad que se inyecta a la red local, haciendo que la planta sea energéticamente autosuficiente. (Energy Global2023)

La integración de la inteligencia artificial en el ciclo del agua no solo optimiza el uso del recurso hídrico, sino que también reduce significativamente el consumo energético, ayudando a que los sistemas de agua sean más sostenibles y resilientes. Desde la optimización de plantas de tratamiento hasta la gestión de redes de distribución y el uso de energías renovables, la IA está impulsando una transformación hacia sistemas más eficientes, limpios y económicos en el sector del agua.

Desafíos y Barreras de la IA en la Gestión del Agua

A pesar de los avances prometedores de la inteligencia artificial (IA) en la gestión del agua, existen varios desafíos y barreras que limitan su adopción generalizada. Estos retos están relacionados con la falta de infraestructura, los altos costos de implementación y la necesidad de abordar problemas de seguridad de datos y privacidad.

Falta de Infraestructura y Acceso a la Tecnología

En muchas partes del mundo, especialmente en países en desarrollo, la infraestructura necesaria para implementar soluciones basadas en IA es limitada. La carencia de redes adecuadas de sensores, sistemas de

monitoreo avanzados y plataformas de datos dificulta la recolección y análisis en tiempo real, elementos fundamentales para una gestión eficiente del agua a través de IA.

Infraestructura tecnológica deficiente: La IA depende de una infraestructura robusta que incluya conectividad a internet, sensores distribuidos y sistemas de procesamiento de datos en la nube. En regiones rurales o en comunidades marginadas, donde la infraestructura básica es precaria, la falta de acceso a estas tecnologías retrasa la adopción de soluciones inteligentes para el manejo del agua.

Ejemplo: En muchas áreas rurales de África Subsahariana, el acceso a sistemas avanzados de monitoreo del agua es muy limitado. Esto impide implementar soluciones de IA que optimicen el uso del agua para la agricultura o el consumo humano, lo que exacerba problemas de escasez y distribución ineficiente.

Dependencia de la conectividad: La falta de una conexión fiable a internet en áreas remotas también obstaculiza el uso de IA. Las tecnologías que dependen de grandes cantidades de datos, como el aprendizaje automático, requieren conectividad constante para operar de manera eficaz.

Ejemplo: En Latinoamérica, algunas regiones rurales que sufren de escasez de agua no cuentan con la infraestructura de comunicaciones necesaria para implementar soluciones de IA que podrían mejorar la eficiencia en la distribución del agua y la gestión de los recursos hídricos.

Barreras de Costos

El desarrollo y la implementación de soluciones de IA en la gestión del agua pueden ser costosos. A pesar de que la IA puede generar ahorros significativos a largo plazo mediante la optimización de recursos, la inversión inicial es una barrera para muchas organizaciones, gobiernos locales y empresas pequeñas.

Altos costos de implementación: La integración de IA en sistemas de

gestión del agua requiere una inversión considerable en sensores, software avanzado, plataformas de análisis de datos y capacitación del personal. Estos costos iniciales pueden ser prohibitivos para ciudades o regiones que operan con presupuestos limitados o en países en desarrollo.

Ejemplo: En India, los gobiernos locales han mostrado interés en la implementación de tecnologías inteligentes para optimizar el suministro de agua en áreas urbanas y rurales. Sin embargo, los costos iniciales de implementación de IA, combinados con la necesidad de capacitar a los operadores, han retrasado el despliegue de estas tecnologías en muchas regiones. (Minatta, A. 2024).

Mantenimiento y actualizaciones: Aparte de los costos de instalación, la IA requiere un mantenimiento continuo y actualizaciones de software para mantenerse operativa y eficaz. Esto añade una carga económica adicional para las instituciones responsables de la gestión del agua, que ya enfrentan desafíos financieros.

Ejemplo: En Sudáfrica, un proyecto para integrar IA en la gestión del agua en Ciudad del Cabo fue detenido temporalmente debido a los costos de actualización y mantenimiento de los sistemas, lo que dificultaba su sostenibilidad a largo plazo.

Acceso desigual a la tecnología: Las grandes ciudades o países más desarrollados tienen más probabilidades de adoptar soluciones basadas en IA debido a su mayor capacidad financiera, mientras que las comunidades pequeñas o en desarrollo quedan rezagadas, lo que crea desigualdades en el acceso a tecnologías hídricas avanzadas.

Ejemplo: En Estados Unidos, las grandes metrópolis como Nueva York y Los Ángeles ya han comenzado a implementar IA para la optimización del agua. Sin embargo, en zonas rurales más pequeñas, el costo de adoptar estas tecnologías sigue siendo una barrera importante. (World Economic Forum, 2022)

Seguridad de los Datos y Privacidad

La recolección de grandes cantidades de datos es esencial para el funcionamiento de la IA, pero esto plantea preocupaciones sobre la seguridad y la privacidad de los datos, especialmente cuando involucran a consumidores de agua y sus hábitos de uso. Esto requiere marcos legales sólidos y un enfoque ético para evitar abusos.

Preocupaciones sobre la privacidad: Los sistemas de IA que monitorean el uso de agua en hogares, industrias y comunidades recogen una gran cantidad de datos sobre los hábitos de consumo de los usuarios. Esta información puede ser considerada privada, y su recopilación sin el consentimiento adecuado puede generar preocupaciones legales y éticas.

Ejemplo: En Europa, con el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR), cualquier tecnología que recoja información personal debe garantizar la protección de los datos y obtener el consentimiento explícito del usuario. La implementación de IA en la gestión del agua ha tenido que adaptarse a estas normativas, lo que ha retrasado algunos proyectos.

Ciberseguridad y protección de datos: Los sistemas de gestión del agua basados en IA son vulnerables a ciberataques, que podrían comprometer no solo la privacidad de los datos, sino también la seguridad de los sistemas críticos de infraestructura hídrica. Un ataque exitoso podría causar interrupciones en el suministro de agua o manipular los datos para alterar los sistemas de tratamiento y distribución. (Ilustración 9).

Figura 9. Ciberseguridad y protección de datos.



Ejemplo: En Israel, un intento de ataque cibernético contra el sistema de agua del país demostró la vulnerabilidad de las infraestructuras críticas. Como resultado, las autoridades han aumentado las medidas de seguridad y están trabajando en mejorar la protección de los sistemas de IA contra ataques maliciosos. (Kovacs, E. 2020).

Marcos legales y éticos insuficientes: En muchos países, los marcos legales y regulatorios no están actualizados para enfrentar los desafíos que plantea la IA en términos de privacidad y seguridad de los datos. Esto genera un vacío normativo que deja a los usuarios vulnerables y a las empresas con incertidumbre sobre cómo cumplir con las leyes de protección de datos.

Ejemplo: En muchos países de Latinoamérica, las leyes de protección de datos aún no han alcanzado un nivel que regule adecuadamente la recolección de datos mediante sistemas de IA. Esto crea incertidumbre sobre la forma en que los datos de los usuarios pueden ser utilizados, lo que desalienta la adopción de la tecnología.

Capacitación y Conocimiento Técnico

La implementación efectiva de sistemas de IA en la gestión del agua requiere personal capacitado para manejar las tecnologías avanzadas. Muchas organizaciones carecen de las habilidades y el conocimiento necesario para operar y mantener estas soluciones, lo que dificulta su adopción. (State of Green, 2022)

Escasez de personal capacitado: En muchos casos, las organizaciones encargadas de la gestión del agua no cuentan con personal calificado para manejar sistemas de IA. Esto incluye desde ingenieros y técnicos hasta tomadores de decisiones que comprendan los beneficios y riesgos asociados con la implementación de esta tecnología.

Ejemplo: En regiones de Asia, donde la capacitación tecnológica puede ser limitada, las empresas hídricas han luchado por atraer y retener personal capacitado en la gestión de sistemas basados en IA. Esto ha retrasado la adopción de estas tecnologías en la región, a pesar de su

necesidad crítica en áreas con estrés hídrico. (The cloudburst that changed Copenhagen and urban water management. *State of Green, 2023*)

Falta de formación especializada: A pesar de los avances en IA, muchas universidades e instituciones educativas no ofrecen programas especializados en la intersección de la gestión del agua y la inteligencia artificial. Esto crea una brecha de conocimiento que dificulta la creación de equipos capacitados en el corto plazo.

Ejemplo: En países como México, aunque hay avances en la implementación de IA en sectores como la agricultura o la energía, la formación especializada en la gestión hídrica basada en IA aún es limitada, lo que impide el desarrollo de proyectos a gran escala. (Mexico Business News, 2023)

CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial (IA) tiene el potencial de revolucionar la gestión de los recursos hídricos, promoviendo una mayor eficiencia, sostenibilidad y resiliencia ante el cambio climático y la creciente demanda de agua. Al integrar tecnologías avanzadas como el monitoreo predictivo, la optimización de procesos y la gestión inteligente de desastres, la IA permite tomar decisiones más informadas y proactivas, reduciendo el desperdicio de agua y los costos energéticos. Sin embargo, su adopción enfrenta barreras como la falta de infraestructura tecnológica, altos costos iniciales y preocupaciones sobre la privacidad y la ciberseguridad. Para maximizar su impacto, es crucial superar estos desafíos mediante inversiones en tecnología, marcos éticos y regulatorios sólidos, y programas de capacitación que permitan a las comunidades, tanto urbanas como rurales, beneficiarse de sus ventajas. Solo con un enfoque coordinado se podrá asegurar que la IA desempeñe un papel clave en la gestión sostenible de los recursos hídricos a nivel global.

Aunque la inteligencia artificial tiene el potencial de transformar la gestión del agua, existen barreras significativas que deben superarse. La falta de infraestructura tecnológica, los altos costos de implementación y

las preocupaciones sobre la privacidad de los datos y la seguridad son desafíos que requieren soluciones coordinadas entre gobiernos, el sector privado y las comunidades locales. Asimismo, es crucial contar con políticas públicas que promuevan la equidad en el acceso a estas tecnologías y con un enfoque ético que garantice la protección de los derechos de los usuarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adasa Sistemas. (2023). *AI technology deployed by Adasa aids in detecting invisible water leaks in El Prat de Llobregat*. <https://www.adasasystems.com>

Alvaro Conejeros Molina, Camilo Hueichaqueo Pichunman, Universidad Tecnológica de Chile INACAP, Temuco, Chile. EAC vol.42 no.3 La Habana sept.- dic. 2021 Epub 11-Dic-2021

California Water News Daily. (2024). *MWD moves forward with projects to increase water supplies for millions*. California Water News Daily. https://californiawaternewsdaily.com/mwd_moves_forward

Donoso G., Calderón C., Silva M. Informe Final de la Evaluación del Programa de Agua Potable Rural. Santiago: Ministerio de Obras Públicas-Dirección de Obras Hidráulicas; 2015

Energy Global. (2023). *Copenhagen infrastructure project boosts energy efficiency with AI*. Energy Global. <https://www.energyglobal.com>

Errouha, M., Motahhir, S., Combe, Q., C Derouich, A. (2021). Intelligent control of induction motor for photovoltaic water pumping system. *SN Applied Sciences*, 3(9), 777.

Ilustración 1. Jorge Olcina Cantos, La balanza de los riesgos naturales. Panel científico-técnico de seguimiento de la política del agua. Universidad de Alicante Prevención de riesgos: Cambio climático, sequías e inundaciones.

Ilustración 2. EAC vol.42 no.3 La Habana sept.-dic. 2021 Epub 11-Dic-2021

Kovacs, E. (2020). Israel says hackers targeted SCADA systems at water facilities. *SecurityWeek*. <https://www.securityweek.com/israel-says-hackers-targeted-scada-systems-water-facilities>

Mexico Business News. (2023). *AI vs. Drought: What's Stalling Agriculture's Tech Transition?* <https://mexicobusiness.news>

- Minatta, A. (2024). La inteligencia artificial transforma el sector de agua y saneamiento. Blog del Banco Interamericano de Desarrollo. <https://blogs.iadb.org/agua/es/inteligencia-artificial-agua-saneamiento>
- RIA. Rev. investig. agropecu. vol.42 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires abr. 2016 Revisar en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-23142016000100002Cscript=sci_arttext
- Sharma, U., Singh, B. y Kumar, S. (2017). Sistema de bombeo de agua solar con interfaz a red inteligente. *IET Renewable Power Generation*, 11 (5), 614-624.
- State of Green. (2023). *The cloudburst that changed Copenhagen and urban water management*. State of Green. <https://stateofgreen.com>
- Times of Israel Staff. (2020). After alleged Iranian cyberattack, Israel's Water Authority beefs up defenses. *The Times of Israel*. <https://www.timesofisrael.com>
- Vargas-Crispin, W. S., Montes-Raymundo, E., Castrejón-Valdez, M., C Hinojosa-Benavides, R. A. (2021). Machine Learning como Herramienta para Determinar la Variación de los Recursos Hídricos. *Scientific Research Journal CIDI*, 1(1), 56- 69.
- Vargas, M. P., Kaehler, J. W., Sperandio, M., C Ramos, D. B. Redes Inteligentes: Uma alternativa de Sustentabilidade para a Propriedade Rural. In *Energy Trends in Latin America: Towards Regional Integration and Sustainability*,. International Association for Energy Economics.
- Vieira, A. S., C Ghisi, E. (2016). Water-energy nexus in low-income houses in Brazil: the influence of integrated on-site water and sewage management strategies on the energy consumption of water and sewerage services. *Journal of Cleaner Production*, 133, 145-162.
- Wakeel, M., Chen, B., Hayat, T., Alsaedi, A., C Ahmad, B. (2016). Energy consumption for water use cycles in different countries: A review. *Applied Energy*, 178, 868-885.
- Zhuang, Y., C Zhang, Q. (2015). Evaluating municipal water management options with the incorporation of water quality and energy consumption. *Water Resources Management*, 2S, 35-61.

Este libro surge como respuesta a la creciente necesidad de explorar, de manera crítica y multidisciplinaria, los impactos de la inteligencia artificial en las organizaciones. No se trata sólo de comprender los beneficios técnicos y económicos de su adopción, sino de analizar también sus implicaciones sobre la productividad, la cultura organizacional, la privacidad de los datos, la equidad en los procesos automatizados y la responsabilidad de quienes diseñan y utilizan estas tecnologías. En un contexto donde las decisiones basadas en datos pueden sustituir la intuición humana, resulta fundamental preguntarse cuáles son los criterios éticos que guían estas decisiones y quiénes los establecen.

A lo largo de esta obra, se abordan temas que van desde la automatización de funciones clave en la administración contemporánea, hasta los retos éticos y regulatorios que surgen en torno al uso de algoritmos en la gestión del talento, la toma de decisiones financieras, la logística o el servicio al cliente. Se presentan estudios de caso que ilustran cómo empresas de diversos sectores han implementado herramientas de IA, evidenciando tanto sus logros en términos de eficiencia como las tensiones y controversias que se generan al interior de las organizaciones. Al mismo tiempo, se analizan las transformaciones en los modelos de liderazgo, la comunicación organizacional y la gestión del conocimiento, todas ellas profundamente impactadas por la digitalización y el uso de sistemas inteligentes.

ISBN: 978-607-8049-25-7



Universidad
Autónoma
Metropolitana
Casa abierta al tiempo. Azcapotzalco

